

- Digitalisierte Fassung im Format PDF -

Die Insekten als unbewußte Blumenzüchter

Dr. Hermann Müller

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib (www.BioLib.de).


Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie (ViFaBio) durch die Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg (Frankfurt am Main) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

Die Insekten als unbewußte Blumenzüchter.

Von

Dr. Hermann Müller.

I.

aturauslese oder Naturzüchtung nennen wir denjenigen Causalnexus, welcher nach Ch. Darwin's Theorie die Entstehung neuer Thier- und Pflanzenarten bedingt. Wir sind uns, indem wir diese Ausdrücke gebrauchen, sehr wohl bewußt, daß wir sie nur in übertragenem, bildlichem Sinne verstehen dürfen, daß in der Natur die unerbittliche Macht physikalischer Kräfte waltet, bei denen von Erkennen und Wollen, also auch von Auslesen und Züchten eigentlich nicht die Rede sein kann; wir bezeichnen daher, wo es darauf ankommt, jede Möglichkeit einer Mißdeutung besonders sorgfältig zu vermeiden, das Ergebniß desselben ursächlichen Zusammenhanges auch als das Erhaltenbleiben des Bestehenden. Trotzdem aber geben wir für gewöhnlich den Ausdrücken Naturauslese und Naturzüchtung den Vorzug, nicht allein wegen ihrer größeren Kürze, sondern hauptsächlich deshalb, weil sie uns die Quelle unseres Verständnisses der Entstehung der Arten in lebendigem Bewußtsein erhalten und uns

zu stetem Zurückgehen auf dieselbe veranlassen. Sie erinnern uns, daß wir, indem wir die Selektionstheorie zur Erklärung von Erscheinungen der organischen Natur anwenden, im Grunde weiter nichts thun, als denselben ursächlichen Zusammenhang, durch welchen sich die von uns gezüchteten Thiere und Pflanzen unter unseren Augen verändern und in neue Rassen umwandeln, hypothetisch auf die in freier Natur von jeher stattgehabten Veränderungen der organischen Formen und ihre Umwandlung in neue Arten übertragen.

Je vollständiger die Bedingungen der Naturzüchtung mit denen der künstlichen Züchtung übereinstimmen, um so vollständiger muß die Uebereinstimmung der Produkte beider sein, um so begründeter der Vergleich, um so eingehender und klarer die Vorstellung, welche wir von den unserer direkten Beobachtung entzogenen Vorgängen gewinnen, denen die uns jetzt vorliegenden Thier- und Pflanzenarten ihr Dasein verdanken. Wenn sich daher zeigen läßt, daß die Naturzüchtung der Blumen weit enger als andere Naturzüchtungen mit den Zücht-

ungen des Menschen übereinstimmt, so wird sich von einem näheren Vergleiche beider auch ein eingehenderes Verständniß der Entstehung der Blumengestalten erwarten lassen, als wir es im Allgemeinen von organischen Gestalten zu gewinnen im Stande sind.

Im Allgemeinen stimmen die thatsächlich vom Menschen ausgeübte Züchtung und die angenommene Naturzüchtung in folgenden Stücken überein: 1) Von Generation zu Generation wird die Individuenzahl jeder in Züchtung begriffenen Art vervielfältigt. 2) Von Generation zu Generation differiren die gleichzeitigen Individuen unter sich. 3) Von Generation zu Generation bleiben nicht alle, auch nicht beliebige, sondern nur nach bestimmten Richtungen hin vor den übrigen sich auszeichnende Individuen zur abermaligen Vervielfältigung erhalten. 4) Diese sich vervielfältigenden Individuen vererben ihre Eigenthümlichkeiten und unter ihnen auch diejenigen Eigenschaften, denen sie ihr Erhaltenbleiben verdanken, auf ihre Nachkommen. — In beiderlei Züchtungen findet daher eine langsame Summirung kleiner individueller Abweichungen, eine allmälige Steigerung gewisser Eigenthümlichkeiten nach derselben Richtung hin statt, so lange die Umstände, welche über das Erhaltenbleiben dieser oder jener Individuen entscheiden, dieselben bleiben.

Man erkennt sofort, daß in Bezug auf die Bedingungen der Vermehrung, der Variation und der Vererbung beiderlei Züchtungen völlig mit einander übereinstimmen, daß dagegen die Bedingungen, welche über das Erhaltenbleiben dieser oder jener Individuen entscheiden, im Allgemeinen bei der Naturzüchtung ganz andere sind, als bei derjenigen des Menschen. Denn der Mensch wählt als empfindendes

und denkendes Wesen diejenigen Individuen zur Vervielfältigung aus, welche ihm am besten gefallen oder ihm am nützlichsten sind, und beseitigt oder vernachlässigt willkürlich die übrigen. Sein Vortheil, seine Liebhaberei, sein willkürliches Handeln sind die über das Erhaltenbleiben und Vervielfältigtwerden dieser oder jener Individuen entscheidenden Momente. Die Produkte seiner Züchtung werden daher im Laufe der Generationen mehr und mehr seinem Vortheile oder seiner Liebhaberei entsprechend. Bei der Naturzüchtung dagegen kam im Allgemeinen von Auswahl nach Vortheil und Liebhaberei, überhaupt von willkürlichem Handeln nicht die Rede sein. Individuen, die, gegenüber der Concurrenz aller übrigen, sich nicht zu ernähren, oder sich nicht zu schützen, oder nicht zur Fortpflanzung zu gelangen, oder ihre Nachkommenschaft nicht zu sichern vermögen, gehen natürlich zu Grunde, ohne sich zu vervielfältigen. Die es vermögen, bleiben erhalten und übertragen ihre Eigenschaften auf eine Mehrzahl von Nachkommen. Die Produkte der Naturzüchtung werden daher im Laufe der Generationen mehr und mehr ernährungsfähig, geschützt, zur Erlangung der Fortpflanzung und zur Sicherung ihrer Nachkommen geeignet.

Bei der Naturzüchtung der Blumen aber sind nicht nur die Bedingungen der Vermehrung, der Variation und der Vererbungen ganz dieselben, wie bei der künstlichen Züchtung, sondern zum großen Theile auch die Entscheidung über das Erhaltenbleiben dieser oder jener Individuen. Denn wie die blumenzüchtenden Menschen, so üben auch die blumenbesuchenden Insekten eine wirkliche Auswahl aus, welche über die Vervielfältigung gewisser und das Zugrundegehen der übrigen Individuen entscheidet.

Wie die blumenzüchtenden Menschen, so lassen sich auch die blumenbesuchenden Insekten in dieser Auswahl theils durch ihre Liebhaberei, theils durch ihren Vortheil bestimmen. In beiden Fällen werden daher die gezüchteten Produkte im Laufe der Generationen immer entsprechender der Liebhaberei oder dem Vortheile der Auswählenden. Die Insekten haben zwar bei ihrer Auswahl niemals die Absicht, durch dieselbe eine ihren Wünschen besser entsprechende Blumenrasse zu züchten, aber das ist ja auch bei den Menschen, welche Thier- und Pflanzenzucht betreiben, abgesehen von den planmäßigen Züchtern der Neuzeit, nicht der Fall. Beide suchen sich eben nur in den Besitz der ihnen am besten gefallenden oder nützlichsten Individuen zu setzen. Beide bewirken aber, wenn sie auch nur aus diesem Grunde ihre Auswahl treffen, dadurch doch, ohne es zu wissen und zu wollen, daß allmählig ihren Neigungen und Bedürfnissen besser entsprechende Lebensformen zur Ausprägung gelangen; beide wirken also als unbewußte Züchter.

Auch darin stimmen beide vollständig überein, daß nicht die von dem empfindenden Wesen nach seinen Neigungen getroffene Auswahl allein über die Eigenschaften des Züchtungsproduktes entscheidet, sondern daß davon unabhängig Naturzüchtung mitwirkt. Außer dem von den Menschen ausgeübten Ausjäten des ihm nicht Passenden findet, wenigstens bei der Cultur fremder Pflanzen, natürlich ein Zugrundegehen aller derjenigen Individuen statt, welche den neuen Lebensbedingungen (dem Klima, dem Boden, den feindlichen Thieren u. s. w.) gegenüber nicht hinreichend ausgerüstet sind, mithin eine Naturzüchtung der den neuen Lebensbedingungen entsprechenden Abänderungen. Dasselbe muß natürlich bei der Blumen-

züchtung der Insekten erfolgen. Außer denjenigen individuellen Blumeneigenlichkeiten, welche den Neigungen oder dem Vortheile dieser Züchter entsprechen und deren Auswahl bestimmen, müssen durch Naturzüchtung auch solche zufällig auftretende Abänderungen der Blumen zur Ausprägung gelangen, welche, unabhängig von der Auswahl der Insekten, die Sicherung der Kreuzung bei eintretendem oder der Selbstbefruchtung bei ausbleibendem Insektenbesuche steigern — wie überhaupt solche Abänderungen, welche den gegebenen Lebensbedingungen besser entsprechen.

Der einzige wesentliche Unterschied zwischen den unbewußten Züchtern unter den Menschen und Insekten besteht darin, daß die ersteren unmittelbar und meist wissentlich und absichtlich, die letzteren unbewußt und ungewollt und erst mittelbar das Zugrundegehen der ihnen weniger gefallenden oder weniger nützlichen, und die Vervielfältigung der ihnen am besten gefallenden oder nützlichsten Abänderungen bewirken. Die Menschen nämlich jäten bekanntlich die ihnen nicht passenden Individuen aus oder entziehen ihnen die nothwendige Pflege und bewirken dadurch unmittelbar die ausschließliche Vervielfältigung der bevorzugten Abänderungen. Die blumenbesuchenden Insekten dagegen kreuzen die bevorzugten Individuen, überlassen die ihnen nicht passenden Individuen der Selbstbefruchtung und bewirken dadurch mittelbar in der Regel ganz dasselbe Endergebniß. Denn da die aus Kreuzung hervorgehenden Nachkommen im Wettkampfe mit den aus Selbstbefruchtung hervorgehenden (nach den Ergebnissen der Darwin'schen Versuche) stets den Sieg davon tragen, so bleiben auch in diesem Falle die von den Auswählern bevorzugten Lebensformen in der Regel (soweit die zu-

rückgesetzten nicht etwa dem Wettkampfe sich entziehen) schließlich allein übrig und werden allein weiter vervielfältigt.

Wiß auf diesen einen ausdrücklich hervorgehobenen Differenzpunkt unmittelbarer oder mittelbarer Ausjätung sind die Insekten in ganz demselben Sinne wie die Menschen, deren Blumenzüchtung uns in allen Einzelheiten bekannt ist, unbewußte Blumenzüchter. Wir werden daher hoffen dürfen, dadurch zu einem klareren und eingehenderen Verständnisse der Blumenwelt zu gelangen, daß wir bei den Blumenformen ausfindig zu machen suchen, welche ihrer Eigenthümlichkeiten von Insekten gezüchtet und welche durch Naturzüchtung ausgeprägt worden sind. Denn die ersteren sind uns ja, wenn uns dieser Nachweis gelungen ist, dann ebenso verständlich wie die Produkte menschlicher Blumenzüchtung.

Die hiermit bezeichnete Aufgabe im Allgemeinen in Angriff zu nehmen und an einzelnen, wesentlich von einander verschiedenen Blumenformen im Einzelnen ihrer Lösung zuzuführen, ist der Zweck des vorliegenden Aufsatzeß.

Wie der erste Uebergang getrenntgeschlechtiger Windblüthler zur Insektenblüthigkeit erfolgt sein müsse, haben wir bereits in einigen früheren Betrachtungen („Ueber den Ursprung der Blumen,“ *Kosmos*, Bd. I. S. 100 flgde. und „Ueber das Variiren der Größe gefärbter Blüthenhüllen,“ Bd. II. S. 11 flgde.) uns klar zu machen gesucht. Wir haben da gesehen, daß der erste Schritt, welcher eine Kreuzung der Blüthen durch besuchende Insekten überhaupt ermöglichte, eine derartige Abänderung derselben sein mußte, welche die Besucher zur Berührung mit beiderlei Geschlechtstheilen, den Narben sowohl als den Staubgefäßen, veranlaßte, d. h. entweder

Absonderung von Honig in beiderlei eingeschlechtlich bleibenden Blüthen, wie bei *Salix*, oder, und zwar in der Regel, Zwitterblüthigwerden der zunächst noch honiglos bleibenden Blüthen. *) Nothwendige Vorbedingung regelmäßiger Pollenübertragung durch Insekten war außerdem die Fähigkeit des Pollens, den Insekten sich anzuheften, wie sie in der Regel durch Klebrigkeit der Pollenkörner erreicht wird.

Wie viel ist nun von der Ausprägung dieser Abänderungen auf Rechnung der von der Wahl der Insekten unabhängigen Naturzüchtung, wie viel auf Rechnung der von den Insekten ausgeübten Blumenauswahl zu setzen?

Für die Insekten, welche zuerst des Pollens wegen auf Blüthen flogen, war es offenbar ganz gleichgültig, ob sie bei ihren Blüthenbesuchen auch die Narben berührten oder bloß die von ihnen ausgenutzten Staubgefäße. Auch ein Behaften ihres Körpers mit Pollen war für sie selbst ursprünglich nutzlos und ist überhaupt, auch im spätern Verlauf der Insektenentwicklung, ausschließlich den Bienen nützlich geworden.

Für die Pflanzen dagegen waren anhaftender Pollen und Zwitterblüthigkeit in der Regel die nothwendigen Vorbedingungen, um von den pollentraubenden Insekten die Wohlthat gelegentlicher Kreuzung mit getrennten Stöcken erfahren zu können.

Nur durch eine von der Wahl der Insekten ganz unabhängige Naturzüchtung

*) Ich füge nachträglich, mit Hinweisung auf *Kosmos*, Bd. II. S. 396, hinzu, daß letzteres um so leichter erfolgen konnte, als ja sehr häufig von dem einen Geschlecht erworbene Eigenthümlichkeiten auch auf das andere sich vererben, und als wir auch noch heute an getrenntgeschlechtigen Windblüthlern hier und da einmal Zwitterblüthen auftreten sehen.

konnten also, und mußten beim Auftreten geeigneter Abänderungen, die in der Regel ursprünglichsten genannten beiden Blumeneigenschaften zur Ausprägung gelangen.

Anders ist es mit der Honigabsonderung. Für die Pflanze selbst ist es unmittelbar, ohne Insektenmitwirkung, soweit wir übersehen können, nutzlos, wenn sich aus irgend einem Theile ihrer Blüthen Honig abscheidet; erst durch Anlockung von Kreuzungsvermittlern wird es ihr mittelbar nützlich. Nur die Insekten haben von der Honigabsonderung unmittelbaren Nutzen und lassen sich in ihrer Blüthenauswahl durch dieselbe bestimmen. Ihre Blüthenauswahl wird es also auch gewesen sein, welche das Erhaltenbleiben und Weiterausgeprägtwerden honighaltiger Absonderungen bewirkt hat. Die Blumengäste haben sich den Blumennektar vermuthlich selbst gezüchtet.

Wenn also *Salix*, wie wir annehmen, durch bloßes Klebrigwerden des Pollens und Honigabsonderung, bei fortdauernder Getrenntgeschlechtigkeit, von der Windblüthigkeit zur Insektenblüthigkeit gelangt ist, so muß dieser Uebergang durch die combinirte Wirkung der von der Wahl der Insekten unabhängigen Naturzüchtung und der von den Insekten geübten Blüthenauswahl zu Stande gekommen sein; aber diese Art des Uebergangs war, wie bereits (*Kosmos* Bd. I. S. 111) gezeigt wurde, nur in ganz vereinzelten Fällen möglich. Die beiden Abänderungen, deren Combination in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle regelmäßige Kreuzung durch zufällig anfliegende Insekten überhaupt erst ermöglicht hat, Klebrigwerden des Pollens und Zwitterigwerden der Blüthen (ohne Honigabsonderung), sind ganz unabhängig von der Blüthenauswahl der Insekten, durch blinde Natur-

züchtung, ausgeprägt worden. Gleichwohl ist schon seit dem ersten Blüthenbesuche und Pollengenusse eines seiner Nahrung wegen in der Luft umherfliegenden Insektes Blüthenauswahl und damit Blumenzüchtung ebenso gewiß von den Insekten ausgeübt worden, als die ihnen am meisten in die Augen fallenden Blüthen auch am meisten von ihnen besucht worden sind. Und wir haben bereits in dem zweiten der oben genannten Aufsätze (*Kosmos* Bd. II. S. 11 flgde.) gesehen, wie die Blüthengäste, indem sie die augenfälligeren Blüthen bevorzugten, unter Mitwirkung der Naturausslese nicht nur im Beginn der Blumenentstehung aus der Zapfen- und Röhrenform der Windblüthler die mit großen, abstechend gefärbten Hüllblättern ausgerüsteten ursprünglichen, einfachen Blumenformen gezüchtet, sondern auch im weiteren Verlaufe der Blumenentwicklung eine große Mannigfaltigkeit verschiedener Arten von Blüthenpolymorphismus zur Ausprägung gebracht haben. Hier, wo wir die Blumenzüchterei der Insekten mit derjenigen der Menschen vergleichen wollen, muß, bei der Betrachtung der durch Augenfälligkeit bedingten Auswahl, vor Allem die im Ganzen genommen große Ähnlichkeit der Geschmacksrichtung und, damit zusammenhängend, der Züchtungsprodukte der beiderlei Züchter auffallen. Denn augenscheinlich ist die Blumenzüchtung der Insekten, was Augenfälligkeit anbetrifft, durch diejenige des Menschen im Großen und Ganzen nur in derselben Richtung weiter geführt worden. Die Insekten haben aus den kleinen schmucklosen Windblüthen vorzugsweise verhältnißmäßig großhüllige, buntgefärbte Blumen gezüchtet; der Mensch hat von diesen die ihm am besten gefallenden in seine besondere Pflege und Zucht genommen und aus denselben durch fortge-

letzte Zuchtwahl neue Blumenrassen hervor-
gezaubert, die an Größe, Farbenpracht und
Mannigfaltigkeit über ihre natürlichen
Stammeltern kaum weniger hinausragen,
als diese über ihre windblüthigen Urahnen.
Und Aehnliches gilt von den Gerüchen.
Dieselben Farben und Gerüche, durch welche
wenigstens die den ausgeprägteren Blumen-
besuchern, namentlich den Bienen, Faltern
und Schwebfliegen, angepaßten Blumen im
Ganzen sich auszeichnen, ergößen auch uns,
und es ist andererseits unmöglich, die
Blumenthätigkeit dieser Insekten andauernd
zu beobachten, ohne in manchen Fällen
durchaus den Eindruck zu bekommen, daß
ihnen die Farben und Wohlgerüche nicht
etwa bloß als Erkennungszeichen ihrer
Nahrungsquellen dienen, sondern daß auch
sie sich an dem Sinneseindrücke derselben
ergößen.*)

Jedoch lassen sich schon bei dieser zu-
erst und in größter Allgemeinheit in An-
wendung gekommenen Blumenauslese der
Insekten nach Farbe und Geruch, eigen-
thümliche Neigungen und Geschmacksrich-
tungen gewisser Blumenbesucherlassen nicht
verkennen. Zwar kommt es wohl kaum
vor, daß Farben, welche irgend einer Klasse
ausgeprägter Blumenbesucher besonders
angenehm sind, einer anderen so zuwider
wären, daß sie eine ausbeutereiche Blume
um ihrer Farbe willen verschmähten.
Vielmehr sehen wir weiße, gelbe, rothe
und blaue Blumen, wenn sie hinlänglich
augenfällig sind und den verschiedenen Be-
sucherlassen gleich zugängliche und lohnende

Ausbeute darbieten, sowohl von Schmetter-
lingen, als von Bienen, als von lang-
rüsseligen Fliegen (Syrphiden, Conopiden,
Bombyliden) eifrig aufgesucht, wie z. B.
die von mir für Schafgarbe (*Achillea*
Millefolium und *Ptarmica*), Löwenzahn
(*Taraxacum officinale*), Felddistel (*Cir-
sium arvense*) und Berg-Iasione (*Iasione*
montana) aufgestellten Besucherlisten un-
zweideutig zeigen.

Von den unausgeprägtesten
Blumenbesuchern aber gehen diejenigen
Fliegen, welche ihren gastronomischen Nei-
gungen den weitesten Spielraum gestatten,
auch in ihren Farben- und Geruchslieb-
habereien über die Grenzen des uns Men-
schen und den meisten ausgeprägten Blumen-
besuchern Erträgliches weit hinaus. Na-
mentlich sehen wir die Aas- und Roth-
fliegen (*Sarcophaga*, *Calliphora*, *Lucilia*
u. a.), welche keinerlei Anpassung an die
Gewinnung von Blumennahrung besitzen
und ganz gut auch ohne Blumen auskom-
men könnten, zwar einerseits Blumen be-
suchen, deren Farbe, Duft und Honig-
geschmack auch die Honigbienen und uns
selbst ergößen, wie z. B. Linde, Buch-
weizen, Thymian u. a., andererseits aber
mit mindestens gleichem, wenn nicht größe-
rem Wohlbehagen auch die widrigsten
Fäulnißprodukte (stinkende Rothhausen,
faulendes Fleisch, Jauche, Eiter, Aas) be-
tupfen und belecken; deren Farbe und Ge-
ruch schon uns mit Ekel und Abscheu er-
füllt und auf die Honigbienen vermuthlich
in gleicher Weise einwirkt. Auch manche
kleine Fliegen und Mücken, die sich für
gewöhnlich in unsauberen Schlupfwinkeln
herumtreiben, so namentlich die kleinen
Schmetterlingsmücken (*Psychoda*), die man
häufig an Abtrittsfenstern sieht, gehen bis-
weilen auf Blumen.

*) Einzelne derartige Fälle sind von mir
an Schwebfliegen (bei *Verbascum nigrum*)
und Wollbienen (*Anthidium*) beobachtet und
näher beschrieben worden. Siehe „Befrucht-
ung der Blumen“, S. 278, „Anwendung der
Darwin'schen Lehre auf Bienen“, S. 70.

Natürlich mußte die abweichende Geschmacksrichtung aller dieser Dipteren von jeher auch auf ihre Blumen Auswahl bestimmend einwirken. Traten Blumenabänderungen auf, welche durch schmutzig gelbe oder durch fahl bläuliche, leichenartige Farbe oder durch ein trübes Roth oder schwärzlich purpurne Flecken für sich oder combinirt mit Urin-, Abtritts- oder Nasengeruch an die oben genannten Ekelstoffe erinnerten und die an süßen Honigduft und liebliche Blumenfarben bereits gewöhnten Gäste zurückschreckten, so mußten solche auf die erwähnten Zweiflügler gerade eine ganz besondere Anziehungskraft ausüben und dieselben, wenn sie ihnen zugleich einige Ausbeute oder auch nur einen angenehmen Schlupfwinkel darboten, zu immer erneuten Besuchen veranlassen. Wenn daher solche Blumenabänderungen zugleich eine derartige gegenseitige Stellung der Narben und Staubgefäße besaßen, welche eine Kreuzungsvermittlung durch die zu- und abfliegenden Fliegen wahrscheinlich oder unausbleiblich machte, so waren alle Bedingungen gegeben, um eine auf Roth- und Nasfliegen oder auf Psychoden und andere winzige Dipteren ähnlicher Geschmacksrichtung sich beschränkende Blumenrasse zu züchten. Andere Abänderungen derselben Stammarten konnten gleichzeitig an denselben Standorten einer bunten Gesellschaft mannigfaltiger Insekten zugänglich bleiben oder sich stufenweise einem anderen beschränkten Besucherkreise anpassen, da ja Sicherung der Kreuzungsvermittlung, mag sie nun auf dem einen oder anderen Wege erreicht werden, in erster Linie den Sieg über die vorwiegend auf Selbstbefruchtung beschränkten Concurrenten entscheidet und daher zum schließlichen Allein-Übrigbleiben der jene Sicherung erreichenden Abänderungen führen muß.

Es giebt vielleicht wenige Fälle, in denen sich ebenso leicht und einleuchtend wie in diesem, im Gegensatz zur Wagner'schen Migrationstheorie, die Möglichkeit des Entstehens neuer Arten an demselben Wohnort, ohne irgend welche Wanderung, nachweisen läßt. Denn es leuchtet ohne Weiteres ein, daß die bloße Abänderung der Farbe und des Geruches in der angedeuteten Richtung dazu genügen kann. Da uns dieselben Abänderungen zugleich den einfachsten und unmittelbarsten Uebergang ursprünglicher, allgemein zugänglicher Blumen zur ausschließlichen Anpassung an einen bestimmten, eng begrenzten Besucherkreis darbieten, so empfiehlt es sich, die von den Roth- und Nasfliegen, von den Schmetterlingsmücken und anderen kleineren Dipteren verwandter Geschmacksrichtung ausgeübte Blumenzüchtung vorzunehmen, und dann erst zur Betrachtung der uns sympathischen Blumenzüchter überzugehen.

Wir betrachten also zunächst

1. Die Fäulnißstoffe liebenden Dipteren als unbewußte Blumenzüchter.

So leicht es, nach dem oben Gesagten, den von Roth- und Nasfliegen oder anderen Fäulnißstoffe liebenden Dipteren besuchten Blumen sein mußte, durch bloße Abänderung der Farbe und des Geruches in der bereits angedeuteten Richtung alle feinfühligere Blumengäste auszuschließen, so schwer erscheint es von vornherein möglich, leichtlebig umher vagabundirende Gäste, die nur durch den ersten Sinnesindruck getäuscht statt ihrer unsaubern Lieblingsgegenstände auch einmal Blumen aufsuchen, zu regelmäßiger Kreuzungsvermittlung zu zwingen. Zwar ist die Dummheit der genannten Fliegen bei ihren Blumenbesuchen, die schon im vorigen Jahrhundert Chr. C.

Sprengel bei vielen seiner Beobachtungen auffiel, groß genug, um sie durch Gesicht- und Geruchseindrücke, selbst ohne besondere Ausbeute für den Magen, oft wiederholt auf dieselbe Blumenart zu locken. Aber wie sollen sie zu regelmäßiger Uebertragung des Pollens einer Blume auf die Narbe einer anderen Blume derselben Art gezwungen werden können? Sind sie doch so unregelmäßig in ihren Bewegungen, so unstet in der Verfolgung eines eben ins Auge gefaßten Zieles, daß sie bei der mindesten Störung von dannen fliegen, daß sie sich selbst in keiner Weise den von ihnen aufgesuchten Blumen anzupassen vermocht haben. In der That scheint nur eben ihre Dummdreistigkeit die Möglichkeit dargeboten zu haben, sie als Liebesboten in den regelmäßigen Dienst der Blumen zu spannen. Gewisse Blumen haben sich im buchstäblichen Sinne des Wortes in Fallen und Gefängnisse umgewandelt, in welche sie Dipteren hineinlocken, um sie erst nach gethauer Befruchtungsarbeit, mit neuem Pollen beladen, wieder zu entlassen. Und die betrogenen Fliegen und Mücken sind leichtlebig genug, um, kaum in Freiheit gesetzt, demselben Sinnesreize, der sie zum ersten Male in die Falle lockte, sofort von neuem zu unterliegen, und das in mehrmaliger oder oftmaliger Wiederholung, ohne daß sie durch Erfahrung gewarnt werden.

Es leuchtet ein, daß derartige Fallen und vorübergehende Gefängnisse nicht durch die Blumenauswahl der Fliegen und Mücken gezüchtet worden sein können, da ja, diese, wie man sich leicht durch direkte Beobachtung überzeugen kann, ihrer gezwungenen Haft zu entkommen bestrebt sind, also gewiß nicht wissentlich und absichtlich sich in dieselbe begeben. Vielmehr vertheilen sich bei allen solchen Blumen die Wirkungen

der beiden oben unterschiedenen Arten natürlicher Blumenzüchtung in folgender Weise:

1. Zuerst sind von den Fäulnißstoffe liebenden Dipteren solche Farben- und Geruchsabänderungen ausgewählt und zu dauernden Eigenthümlichkeiten gezüchtet worden, durch welche die meisten anderen Insekten gerade zurückgeschreckt werden. Die Produkte solcher Züchtungen können ganz passend als *Ekelblumen* bezeichnet werden; denn nur ihrer Ekel erregenden Wirkung ist es zuzuschreiben, daß sich ihr Besucherkreis auf eine enge Gesellschaft sich vor nichts ekelnder Gäste beschränkt hat. Es sind dies außer den genannten Fliegen auch an Fäulnißstoffen sich weidende Käfer,*) die sich aber, wegen ihrer sehr langsamen Bewegung von einem Stod zum anderen, zur Kreuzungsvermittlung ganz und gar nicht eignen. Die ausschließlichen oder fast ausschließlichen Kreuzungsvermittler der Ekelblumen sind daher die Fäulnißstoffe liebenden Dipteren. Da jedoch eine regelmäßige Kreuzungsvermittlung durch so scheue, leichtflüchtige Gäste ohne einen besonderen, von der Blume ausgeübten Zwang kaum eintreten kann, so ist zu der von den genannten Insekten bewirkten Züchtung von Ekelblumen gewöhnlich noch eine von ihrer Wahl unabhängige Naturzüchtung hinzugegetreten und hat diejenigen Abänderungen der Ekelblumen erhalten und ausgeprägt, welche ihre unsteten Gäste so lange festhielten, bis sie nicht nur den Dienst der Kreuzungsvermittlung geleistet, sondern sich

*) In den Nasenfliegen anlockenden und durch sie der Kreuzung theilhaftig werdenden Blüthen von *Aram Dracunculus* fand Piccioli bei Florenz ungefähr 200 Roth und Nas liebende Käfer aus den Gattungen *Dermestes*, *Hister*, *Saprinus*, *Nitidula*, *Silpha*, *Oxytelus* u. a. (Delpino, *Ulteriori osservazioni* II. p. 226).

auch wieder mit neuem Pollen behaftet und dadurch zur sofortigen Kreuzung der zunächst zu besuchenden Blüthen vorbereitet hatten. Auf diese Weise konnten also und mußten, beim Eintreten geeigneter Abänderungen, aus einfachen offenen Stielblumen jene die Fliegen fangenden und vorübergehend festhaltenden Blumen hervorgehen, die sich wohl am besten unter dem Namen *Fliegenfallenblumen* zusammenfassen lassen.

Eine Nöthigung der gefangenen Fliegen zur Kreuzungsvermittlung kam von den *Fliegenfallenblumen* auf zweierlei Weise bewirkt werden, je nachdem die Falle einen geräumigen Behälter (Blüthenkessel) darstellt, in welchem mehrere Fliegen eingefangen werden und sich frei umhertummeln, oder eine Klemme, welche nur eine einzelne Fliege vorübergehend festhält. In Blumen der ersteren Art, die wir als *Kesselfallenblumen* bezeichnen können, kann mit unausbleiblicher Sicherheit Kreuzung durch Vermittelung der in dem Gefängnisse ganz regellos sich umhertreibenden Gäste offenbar nur dann erfolgen, wenn dieselben, in das Gefängniß eintretend, nur die Narben entwickelt finden, so daß sich fremder Blüthenstaub, wenn sie solchen mitbringen, bei ihrem Umhertreiben im Blüthenkessel an den Narben absetzen muß, ohne erst mit eigenem Blüthenstaub untermischt oder durch denselben verdrängt worden zu sein, wenn sodann, erst nach dem Verschrumpfen der Narben, die Staubgefäße sich öffnen und ihren Pollen entlassen, und wenn endlich die gefangenen Gäste, erst nachdem sie sich mit diesem Pollen behaftet haben, wieder entlassen werden. *Kesselfallenblumen* konnten sich daher immer nur aus auf Dipteren beschränkten Blumen entwickeln, welche bereits mehr oder weniger ausge-

prägt *protrogynisch* waren, das heißt, bei denen die Narben in ihrer Entwicklung den Staubgefäßen mehr oder weniger vorausseilten. Die einzelnen Schritte dieser Entwicklung lassen sich aber dann, wie wir an den einheimischen Beispielen sehen werden, sehr wohl als beim Eintreten geeigneter Abänderungen unausbleibliche Produkte der Naturzüchtung begreifen. *)

Im letzteren Falle, bei *Klemmfallenblumen*, muß die Fliege durch das Eingeklemmtwerden selbst gezwungen werden, mitgebrachten Pollen an der Narbe abzusetzen und neuen mitzunehmen, wenn Kreuzung gesichert sein soll.

Von *Kesselfallenblumen* finden sich in der einheimischen Blumenwelt nur zwei Vertreter: *Aristolochia Clematidis* und *Arum maculatum*. Beide sind so allbekannt und bereits wiederholt so eingehend beschrieben und erklärt worden, daß ihre Betrachtung für sich hier kein Interesse mehr bieten kann. Um so wichtiger aber muß es für ein genetisches Verständniß derselben erscheinen, ihr Verhältniß zu zwei anderen einheimischen Blumen, die sich als Vorstufen ihrer *Kesselfallen-Einrichtung* darstellen, näher ins Auge zu fassen. An *Asarum europaeum* läßt sich das Verständniß für *Aristolochia Clematidis*, an *Calla palustris* das Verständniß für *Arum maculatum* gewinnen.

*) Es gehört daher jedenfalls eine stark teleologisch gefärbte Brille dazu, um in den *Kesselfallenblumen* mit Despinio „eine neue glänzende Bestätigung jener großen Lehrsätze zu sehen, daß im Bau der organischen Wesen 1) der Typus und die Idee das beständige und unumschränkt herrschende Element ist, und daß 2) die Form und der Stoff veränderliche und untergeordnete Elemente sind.“ (Ulteriori osservazioni, I. p. 127 flgb.)

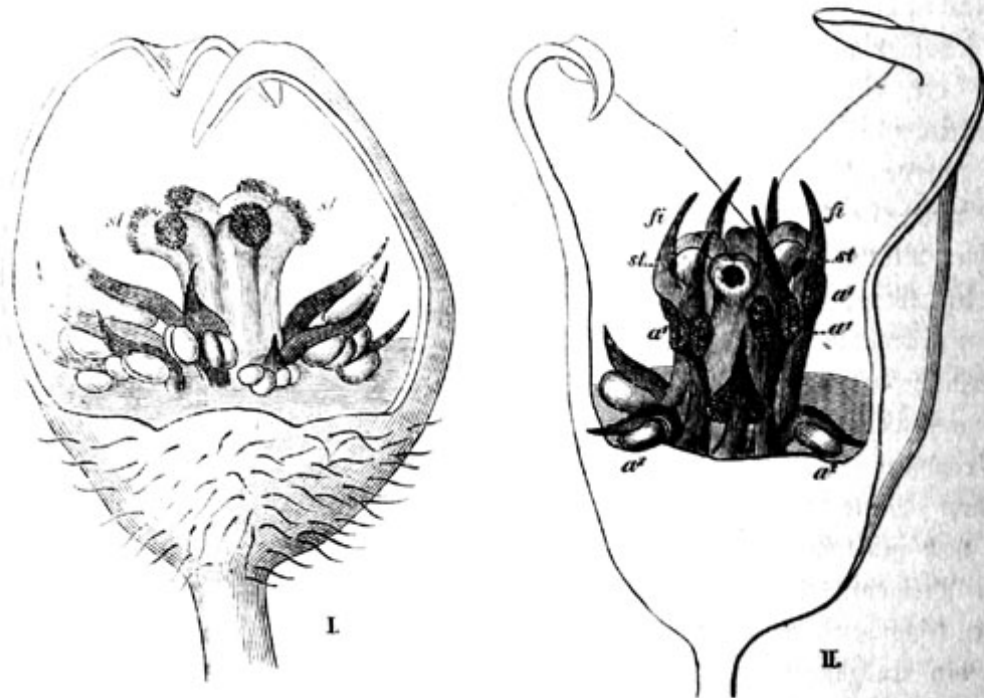


Fig. 1. Eine Efelblume, *Asarum europaeum*, welche bereits deutlich die Anfänge des Ueberganges zur Kesselfallenblume erkennen läßt.

I. Junge Blüthe, die sich eben erst zu öffnen beginnt, nach Entfernung des halben Perigons.

II. Ältere Blüthe. a^1 längere, a^2 kürzere Staubgefäße, st Staubfäden, fi Narbe.
(Das vorderste der kürzeren Staubgefäße beginnt soeben aufzuspringen und sich zu erheben.)

Im ersten Frühjahr unter dem Laube versteckt blühend macht *Asarum europaeum* sich mit seinen außen bräunlichen, innen schmutzig dunkelpurpurnen Blumenglöckchen den nach lebhaften Blumenfarben und süßem Honigdufte umherspähenden Bienen, Schmetterlingen, Schwebfliegen u. s. w. in keiner Weise bemerklich; und sollten diese trotzdem zufällig auf eine der versteckten, unscheinbaren Blüthen aufmerksam werden, so wird der kampherartige Geruch derselben sie sicher zurückschrecken. Winzige Fliegen und Mücken dagegen, die unter der Laubdecke des Waldbodens überwintert haben, und die nun dieselbe erste Frühlingswärme, welche die *Asarum*blüthen zur Entwicklung bringt, ebenfalls aus ihrer Winterruhe hervorlockt, werden vermuthlich gerade durch diesen Geruch und diese Farbe angereizt, bald in

jüngere, bald in ältere Blüthen hineinzukriechen oder zu fliegen, wobei sie unvermeidlich den Blüthenstaub der letzteren oft auf die Narben der ersteren übertragen müssen. *)

In den jüngeren Blüthen nämlich, die sich soeben erst geöffnet haben (Fig. I), sind

*) Bei der Scheuheit und Flüchtigkeit dieser Thiere und der Verstecktheit der *Asarum*blüthen gelang es mir, trotz wiederholt darauf verwandter Mühe, bis jetzt zwar nie, die Kreuzungsvermittler auf der That zu ertappen. Wohl aber sah ich bei vorsichtigem Abheben der die Blüthen überdeckenden dünnen Blätter (bei Mühlberg in Thüringen) wiederholt kleine Dipteren wegfliegen und fand die Narben auch solcher Blüthen bereits mit Pollen behaftet, deren Staubgefäße noch geschlossen waren, wie in Fig. I. — In den Blüthen selbst habe ich nur einige Mäse Blasenfüße und kleine Milben gefunden.

die Narben bereits entwickelt und am Rande des sechsblappigen Stempels so um die Mitte der Blüthe herum vertheilt, daß hineinkriechende oder fliegende Dipteren sehr leicht mit denselben in Berührung kommen und, wenn sie bereits mit Pollen vorher besuchter Blüthen behaftet sind, Kreuzung bewirken können. Die zwölf Staubfäden dagegen, von denen immer ein längerer mit einem kürzeren abwechselt, sind noch flach auf dem Boden des Blumentessels aus einander gebreitet, und die ungefähr in ihrer Mitte angehefteten Staubbeutel sind noch geschlossen. Die einwärts gebogenen Perigonzipfel gestatten den kleinen Gästen leicht den Eingang, erschweren ihnen aber den Ausgang. Es mag daher sehr wohl bisweilen vorkommen, daß einer oder der andere derselben nicht eher aus der Blüthe herauszukommen weiß, bis die Antheren sich geöffnet und die Perigonzipfel sich weiter nach außen gebogen haben. Tritt dieser Fall ein, so ist damit der Anfang der Ausbildung einer Kesselfallenblume gegeben. Denn der kleine, unfreiwillig in der Blüthe festgehaltene Gast wird nun kaum aus derselben entkommen können, ohne sich mit Pollen derselben behaftet zu haben. Einige Zeit nach dem Aufblühen nämlich erheben sich, einer nach dem anderen, die sechs abwechselnden längeren Staubfäden (a^1), legen sich in die Zwischenräume zwischen die sechs Narben und biegen ihre diese überragenden Spitzen (fi) etwas nach innen, während gleichzeitig ihre nach außen gekehrten Staubbeutel aufspringen und die Perigonzipfel weiter aus einander treten (Fig. II). Eine kleine Fliege, die sich bis dahin nicht herauszufinden wußte, kann also jetzt bequem an einem der aufgerichteten Staubfäden in die Höhe laufen und von seiner Spitze ab und aus

der Blüthe hinausfliegen, jedoch nicht, ohne die geöffneten Staubbeutel zu passiren und sich mit Pollen derselben zu behaften. Sind die Kreuzungsvermittler ausgeblieben, so kann in diesem Entwicklungsstadium, während Staubgefäße und Narben zugleich entwickelt sind, Selbstbefruchtung erfolgen, indem in den abwärts geneigten Blüthen die Narben leicht in die Fallrichtung des aus den Staubbeuteln fallenden Pollens zu stehen kommen (wie man sich deutlich machen kann, wenn man die Blüthenabbildung Fig. II so weit herumdreht, bis sie schräg abwärts gerichtet ist). Und diese Möglichkeit, im Nothfalle durch Selbstbefruchtung sich fortzuerhalten, wird in der That einer Ekelblume in der Regel erst dann entbehrlich werden, wenn sie durch Ausprägung einer Fliegenfalle Kreuzungsvermittlung bei eintretendem Blüthenbesuche völlig gesichert hat. Doch währt auch schon bei *Asarum*, welches eine Annäherung dazu darbietet, der die Selbstbefruchtung ermöglichende Entwicklungszustand nicht lange. Die Narben beginnen nun alsbald zu verschrumpfen, während gleichzeitig die sechs inneren Staubfäden (a^2), einer nach dem anderen, sich erheben und ihre Staubbeutel sich öffnen. Die Blüthe, welche anfangs rein weiblich, darauf zweigeschlechtig und zur Selbstbefruchtung befähigt war, ist also zuletzt rein männlich. Wenn endlich auch die sechs kürzeren Staubgefäße sich entleert haben, so krümmen sich die Perigonzipfel wieder vollständig nach innen und geben dadurch den Kreuzungsvermittlern zu erkennen, daß es mit dem Blühen der Blume nun vorbei ist. Ob die kleinen Gäste in der *Asarum*blüthe nur ein willkommenes Obdach finden oder auch den Pollen derselben genießen, vermag ich nicht zu sagen.

Von dieser einfachen offenen Ekelblume ist es nun zwar noch ein bedeutender Sprung zu der viel bewunderten Kesselfalle der anderen bei uns einheimischen Aristolochiacee, der häufig in Hecken als Unkraut wuchernden Aristolochia Clematidis. Aber da die ersten Anfänge der Ausbildung einer solchen Falle und die Vortheile derselben für die Kreuzung der Pflanze sich auch schon bei Asarum erkennen ließen, so ist es nicht schwer, auch die dazwischen liegenden Schritte, die Ausbildung einer Fahne, einer Eingangsröhre, verschrumpfter Keulenhaare in derselben, die vollständigere Durchführung der zeitlichen Trennung beider Geschlechter (protogynne Dichogamie) und das Abwärtsneigen der anfangs aufgerichteten Blüthe, als Ergebnisse stufenweise fortschreitender Züchtung zu begreifen, die Fahne als Züchtungsprodukt der blumenauswählenden Dipteren, die Keulenhaare und die ganze auf Sicherung der Kreuzung hinauslaufende Einrichtung als Produkt von der Wahl der Insekten unabhängiger Naturzüchtung, den sowohl für die Geschlechtsorgane als für die festgehaltenen Gäste eine warme geschützte Stätte darbietenden Kessel als Produkt der combinirten Wirkung beider.

Eine Ekelblume kann Dipteren der verschiedensten Größe zugänglich sein und von ihnen gelegentlich befruchtet werden, eine Kesselfallenblume dagegen nur von denjenigen Dipteren regelmäßige Kreuzungsvermittlung erfahren, welchen ihre Körpergröße im ersten weiblichen Entwicklungszustande der Blüthe wohl den Eingang, aber nur im zweiten männlichen Entwicklungszustande derselben den Ausgang gestattet. Demgemäß hat sich die Gattung Aristolochia in eine große Anzahl verschiedener Arten gespalten, welche Dipteren

der verschiedensten Größe einfangen und zur Kreuzungsvermittlung zwingen. So erreichen z. B. von den kleinen Gästen unseres Osterluzei (*A. Clematidis*) die größten kaum 2 Millimeter Körperlänge, die bei uns häufig zur Bekleidung von Lauben verwendete *A. Siphon* fängt in ihren tabakspfeifenförmigen, mißfarbigen und ekelhaft riechenden Blüthen schon Fliegen bis zu 7—8 Millimeter Körperlänge ein, und die großen, trüb-rothen Blüthen der *A. grandiflora* in Jamaica, die, mit ihrer verlängerten Fahne einen Zweig umschlingend, auch beim Besuche schwererer Insekten sich in bestimmter Lage halten, locken mit dem widrigen Asgeruche, den sie um sich verbreiten, ohne Zweifel Asfliegen von beträchtlicher Größe an sich.

Wie die Aristolochiaceen, so scheinen auch die ihnen nächstverwandten, aber schmarogenden Rafflesiaceen in allen ihren Familiengliedern ausschließlich der Kreuzungsvermittlung durch Fäulnißstoffe liebende Dipteren angepaßt zu sein und mehrere von ihnen*) geben sich durch Farbe und Geruch sofort als Asfliegenblumen zu erkennen.

Wahrscheinlich sind daher schon die gemeinsamen Stammeltern aller Aristolochiaceen und Rafflesiaceen Ekelblumen gewesen und haben diese Eigenthümlichkeit, mehr oder weniger ausgeprägt, auf alle ihre Abkömmlinge vererbt.

Als Vorstufe unserer zweiten Kesselfallenblume, des *Arum maculatum*, ist *Calla palustris* zu betrachten. Diese bietet noch kaum eine Andeutung eines Ueberganges zur Fliegenfalle dar. Dagegen ist sie als Uebergangsstufe von einer indifferenten zu einer Ekelblume von besonderem

*) *Rafflesia Horsfieldi*, *Arnoldi*, *Patma* (Delpino, *Ulteriori osservazioni*. I. p. 35. II. p. 213).

Interesse, und aus ihrem Vergleiche mit *Arum maculatum* lassen sich überdieß auch hier die auf einander folgenden Schritte ableiten, welche zur Ausbildung der Fliegenfalle der letzteren Blume geführt haben.

Den gemeinsamen Stammestern der Aroideen am nächsten stehend ist von den einheimischen Arten ohne Zweifel *Acorus Calamus* mit seinem einfachen Blüthenstandsdeckblatt und mit seinen völlig offenen,

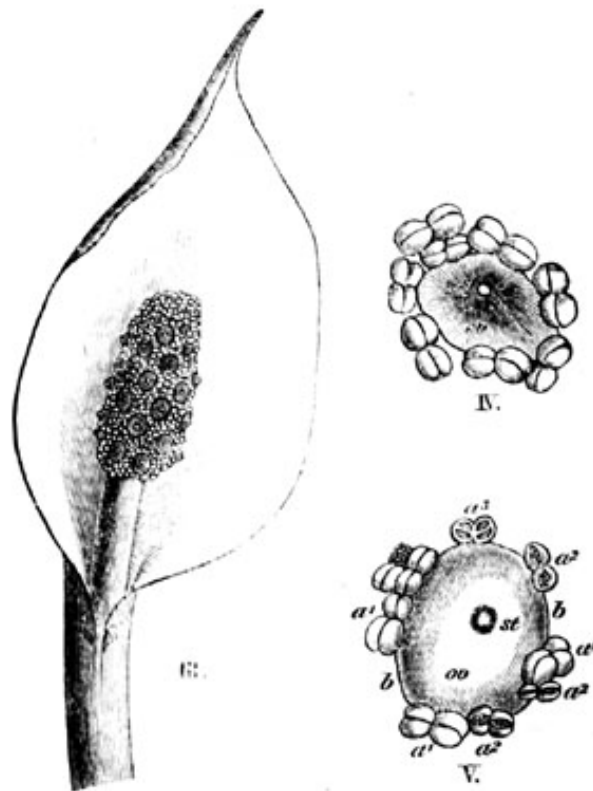


Fig. 2. Eine noch unausgeprägte Efelblume (*Calla palustris*).

III. Der ganze Blüthenstand in natürlicher Größe. IV. Einzelne Blüthe im ersten weiblichen Zustande. Die Staubgefäße sind noch nicht aufgesprungen. Der Fruchtknoten (ov) endet in einen abgestutzten Keil, dessen Abstutzungsfläche als Narbe fungirt. Die Narbe (st) ist jetzt frisch, von grünlicher Farbe, empfängnisfähig. V. Einzelne Blüthe im zweiten männlichen Zustande. Die Narbe ist braun geworden; die Staubgefäße sind zum Theil noch geschlossen (a^1), zum Theil geöffnet und den bloßgelegten Blüthenstaub nach oben lehrend (a^2); eines (a^3) ist schon entleert. Der Fruchtknoten ist bereits so stark angeschwollen, daß er bei bb mit den Fruchtknoten der benachbarten Blüthen zusammenstößt und sich abplattet. (Fig. IV und V bei siebenfacher Vergrößerung.)

schmucklosen und geruchlosen Blüthen, welche etwa anfliegenden Insekten nichts als ihren Blüthenstaub darbieten. Diesen gegenüber erscheint *Calla palustris* bereits als weit vorgeschritten in einseitiger Anpassung an einen bestimmten Besucherkreis; sie charakterisirt sich bereits als unvollkommen ausgeprägte Efelblume. Denn ihr Blüthen-

standsdeckblatt (spatha) bildet eine breite, auf der Innenseite weißlich gefärbte, gerade aufgerichtete Fläche, welche den Blüthenstand ringsum weit überragt und so sich auf der einen Seite den Insekten weithin sichtbar macht und besonders gewisse Fliegen und Mücken wirksam anlockt, auf der andern Seite den Blüthenstand und die den an-

selben gelockten kleinen Gäste gegen Wind und Wetter schützt, namentlich zu Anfang der Blüthezeit, während es sich noch in halb zusammengewickeltem Zustande befindet. (Während der ganzen Blüthezeit, und weit ausgeprägter als unsere *Calla palustris* nur anfangs, zeigt die als Topfpflanze bei uns beliebte *Calla aethiopica* ihren Blüthenstand von einem innen weiß gefärbten Deckblatte tutenförmig umhüllt.) Durch den uns widrigen Geruch, welchen sie um sich verbreiten, verstärken die Blüthen unserer *Calla* nicht nur noch sehr erheblich ihre anlockende Wirkung auf die Fäulnißstoffe liebenden Dipteren, sondern scheuen zugleich alle ausgeprägten Blumenbesucher zurück. Weder Bienen, noch Schmetterlinge, noch Schwebfliegen habe ich jemals *Calla* aufsuchen sehen. Doch ist die Ausschließung der Nicht-Dipteren durch die Eigenthümlichkeit der Farbe und des Geruches, die Ausprägung als Ekelblume, immerhin noch eine unvollständige. Denn obgleich mannigfache Arten kleiner Fliegen und Mücken die bei weitem häufigsten Besucher der *Calla*-blüthen sind (was selbst die Spinnen sehr wohl zu wissen scheinen, in deren in der *Spatha* von *Calla* ausgespannten Netzen ich eine ziemliche Zahl kleiner Dipteren hängen fand), so fliegen doch, durch die weiße Farbe der *Spatha* angelockt und durch den widrigen Geruch der Blüthe nicht hinreichend zurückgeschreckt, auch mancherlei Käfer an die Blüthenstände an, freilich nur in der vergeblichen Hoffnung, irgend welche ihnen zusagende Ausbeute zu finden. *)

*) Ich habe ein einziges Mal (18. Mai 1873) bei sonnigem Wetter, im Sumpfe stehend, zahlreiche *Calla*-blüthen etwa eine halbe Stunde lang überwacht, und während dieser Zeit nicht nur allerlei kleine Dipteren (z. B. *Chironomus* mehrere Arten, *Tachydromia* Sp., *Droso-*

ffenbar sind die eben bezeichneten Eigenthümlichkeiten, welche die Blüthenstände der *Calla* von denen ihrer *Acorus*-ähnlichen Stammeltern auszeichnen, wenigstens zum Theil durch die von den Dipteren selbst ausgeübte Blumenwahl zur Ausprägung gelangt. Denn die gesteigerte Augenfälligkeit kommt unmittelbar nur den Besuchern, erst mittelbar, durch die von diesen bewirkte Kreuzung, auch der Pflanze selbst zu statten. Auch der uns widrige Geruch wirkt unmittelbar steigernd auf den Besuch der kleinen Fäulnißstoffe liebenden Gäste ein; ohne Zweifel ist er aber gleichzeitig, im Verein mit den giftigen Säften, als Schutzmittel gegen weidende Thiere der Pflanze von unmittelbarem Nutzen und daher wohl als durch die combinirte Wirkung der Insekten- und Naturauslese gezüchtet zu betrachten. Dasselbe gilt von der Verbreiterung und dem anfangs Zusammengewickeltbleiben der *Spatha*, wodurch sowohl den Blüthen, als ihren Gästen Schutz gegen Witterung gewährt wird. Wenn sich dann ferner *Calla*-ähnliche Stammeltern in die vollendete Kesselfalle unseres *Arum maculatum* umgebildet haben, so kann das ebenfalls nur durch die combinirte Wirkung der von den Besuchern selbst ausgeübten Blumenwahl und der von den Besuchern unabhängigen Naturzüchtung hervorgebracht sein, welche letztere in dem Erhaltenbleiben der die größte Wahrscheinlichkeit der Kreuz-
phila graminum Fall., *Hydrellia griseola* Fall.) von Blüthenstand zu Blüthenstand fliegen und theils Pollen fressen, theils in den von der *Spatha* dargebotenen Schlupfwinkel sich bergen sehen; auch ein *Meligethes*, ein *Phytonomus polygoni*, ein *Sitones*, einige *Haltica coerulea* und eine *Cassida nobilis* flogen an die Blüthenstände an, aber nach kurzem Aufenthalte, ohne etwas genossen zu haben, enttäuscht wieder von dannen.

ung gewährenden und zugleich gegen wei-
dende Thiere am besten geschützten Abän-
derungen bestand. Die Calla ähnliche
Blumen besuchenden Dipteren werden na-
türlich stets diejenigen Abänderungen bevor-

zugt haben, welche ihnen die wirksamste
Anlockung, das geschützteste und angenehmste
Obdach und die sicherste und bequemste
Einführung in dasselbe gewährten. So
lassen sich der ausgeprägtere urinöse Geruch

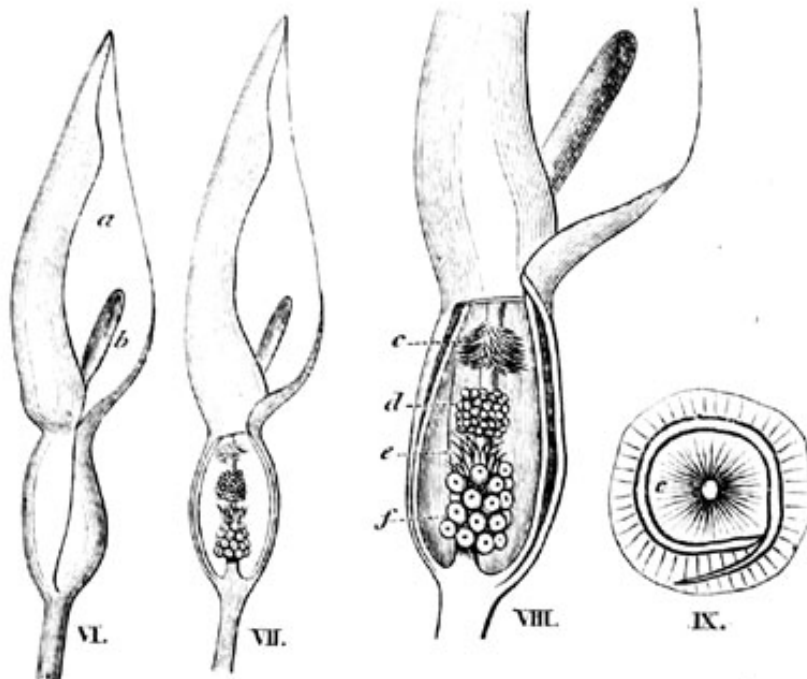


Fig. 3. Eine Kesselfallenblume (*Arum maculatum*)

im ersten Entwicklungszustande, während dessen die Schmetterlingsmücken (*Psychoda*) hinein-
gelockt werden, VI. von außen gesehen, VII. desgl. mit aufgeschnittenem Blüthenkessel, in
halber natürlicher Größe, VIII. Blüthenkessel, von der Seite aufgeschnitten, natürliche
Größe, IX. Durchschnitt, dicht über dem Eingangsgitter des Blüthenkessels.

a Zähne und Eingangszelle. b Schwarzpurpurne Anlockungs- und Leitstange. c Eingangs-
gitter des Blüthenkessels (zu starren Fäden umgebildete Staubgefäße). d Staubgefäße, noch
geschlossen. e Umgebildete Ovarien, ohne erkennbaren Lebensdienst (vielleicht bloß durch
Correlation des Wachstums mit den oberen Antheren umgebildet). f Ovarien,
jetzt empfängnisfähig.

Die an der Leitstange hinabgekrochenen, durch das Eingangsgitter in den Blüthenkessel ge-
langten kleinen Schmetterlingsmücken (*Psychoda phalaenoides*) fliegen, wenn sie wieder
heraus wollen, nach dem Hellen, stoßen dabei an die Gitterstäbe und fallen so immer wieder
in den Blüthenkessel zurück. Erst wenn die Narben verblüht sind und die Staubgefäße ihren
Pollen entlassen haben, thun sich die bis dahin eng zusammenschließenden Ränder der Düte
so weit aus einander, daß die kleinen Mücken wieder herauskriechen können, aber nicht, ohne
sich mit Pollen reichlich behaftet zu haben, den sie dann im nächstbesuchten Blüthenkessel
an den Narben absetzen.

des *Arum maculatum*, das Sich-
ausbreiten der obern Hälfte der Spatha
zu einer weithin sichtbaren Zähne und zu
einem offenen Eingangszelle und die Ver-
längerung der Blüthenstandsachse zu einer

schwarzpurpurnen, aus der Düte hervor-
ragenden Leitstange als Züchtungsprodukte
der besuchenden kleinen Psychoden, die voll-
ständige räumliche und zeitliche Trennung
der Staubgefäße und Ovarien, die Um-

bildung der obersten Staubgefäße zu starren, den Kesselingang verschließenden Häuten, das feste Zusammenschließen der Ränder der Düte zu Anfang und ihr Auseinandergehen zu Ende der Blüthezeit als Wirkungen von der Wahl der Psychoden unabhängiger Naturzüchtung erklären, während das Zusammengewickeltbleiben der untern Hälfte der Spatha zu einer Düte sowohl den Geschlechtsorganen als den die Blüthen aufsuchenden Psychoden einen warmen, geschützten Aufenthaltsort bietet und daher die combinirte Wirkung der Naturzüchtung und der von den Psychoden ausgeübten Züchtung voraussetzen läßt. Nur die Umbildung der obersten Ovarien läßt sich, so lange kein Lebensdienst derselben ersichtlich ist, aus keiner der beiden Züchtungsarten erklären. Da ihre Umbildung in auffallender Weise der durch Naturauslese gezüchteten Umbildung der obersten Staubgefäße analog ist, so liegt es nahe, an eine Wechselbeziehung des Wachsthumns beider zu denken.

Wie die Gattung *Aristolochia*, so hat sich auch *Arum* in verschiedene Arten gespalten, welche für Dipteren verschiedener Größe Kesselfallen bilden. So wurde in der Kesselfalle unseres *Arum maculatum* in der Regel nur die 1 bis 1½ Millimeter große *Psychoda phalaenoides*, diese oft zu hunderten, von mir gefunden, während *Arum italicum*, außer dieser und einigen anderen fast ebenso kleinen, auch schon größere Arten, z. B. die 4 Millimeter große *Drosophila funebris*, einfängt und *Arum Dracunculus* durch größere Aasfliegen befruchtet wird. Während aber bei den Aristolochiaceen die Anpassung an Fliegen als Kreuzungsvermittler gemeinsamer Familiencharakter ist, sind dagegen bei den Aroideen aus Stammetern mit einfachen indifferenten Blüthen einerseits Ekelblumen

hervorgegangen, die sich weiterhin größtentheils zu Fliegenfallenblumen entwickelt haben, andererseits aber auch eine ganze Reihe von Schneckenblüthlern, wie z. B. nach Delpino: *Alocasia odora*, *Atherurus tripartitus* und mehrere andere. *Calla palustris* ist nun nicht bloß als Vorstufe verschiedener Fliegenfallenblumen von Interesse; sie kann uns auch die Entstehung der Schneckenblüthler sehr wohl veranschaulichen. Denn die Narben und die nach oben gefehrten pollenbedeckten Seiten der Staubgefäße liegen, die Blüthenstandsachse umkleidend, so dichtgedrängt in einer Fläche, daß in der That eine über sie hingleitende Schnecke nicht umhin könnte, in älteren Blüthen mit ihrer schleimigen Bauchfläche die pollenbedeckte Seite der Staubgefäße, in jüngeren die Narben zu streifen und Pollen von den ersteren auf die letzteren zu schleppen.*) Es bedürfte daher in der That unter veränderten Lebensbedingungen, unter welchen *Calla palustris* von Dipteren nur höchst spärlich, von Schnecken reichlich befruchtet würde, nur noch einer weiteren Ausprägung der Proterogynie, derart, daß die ganze Pflanze erst rein weiblich, dann rein männlich wäre und der Entwicklung eines Schutzmittels gegen die verheerenden Wirkungen der Schnecken (wie es nach Delpino bei *Rhodea japonica* das dickfleischig werdende Perigon, bei *Alocasia odora* ein die Schnecken nach Vollendung der Kreuzungsvermittlung tödtender ägender Saft darbietet), um unsere Ekelblume zu einem Schneckenblüthler umzuprägen.

*) In der That hat E. Warming oft Wasserschnecken an den Blüthenständen herumkriechen und nagen sehen. Er spricht sogar die Vermuthung aus, daß dieselben bei der Befruchtung eine wesentliche Rolle spielen möchten. *Botanisk tidsskrift*, 3 raekko. 2 bind. 1877. S. 117.

Nachdem wir die beiden einheimischen Kesselfallenblumen als aus Ekelblumen hervorgegangen kennen gelernt haben, drängt sich uns die Frage auf, ob denn wohl alle Kesselfallenblumen überhaupt einen derartigen Ursprung genommen haben mögen. Da nach allen bisherigen Erfahrungen nur Dipteren als Kreuzungsvermittler von Kesselfallenblumen auftreten, so scheint mir diese Frage durchaus bejaht werden zu müssen. Denn wir kennen kein anderes Mittel, durch welches eine offene Blume den Ausschluß aller Nicht-Dipteren und die Zulassung der Dipteren bewirken könnte, als solche Farben und Gerüche, durch die sie eben zur Ekelblume wird, und ganz allgemein mußten doch Dipteren bereits die ausschließlichen oder doch entschieden überwiegenden Kreuzungsvermittler einer Blume sein, ehe sich dieselbe zu einer Kesselfalle für dieselben ausprägen konnte.

Ganz anders verhält es sich mit der zweiten Klasse von Mechanismen, durch welche Dipteren zu regelmäßiger Kreuzungsvermittlung gezwungen werden, mit den Klemmfallenblumen. Diese sind weder ausschließlich Dipteren angepaßt, noch in der Regel aus Ekelblumen hervorgegangen, wie uns namentlich die höchst mannigfaltige Familie der Asclepiadeen in unzweideutigster Weise erkennen läßt.

Alle Asclepiadeen sind bekanntlich durch eigenthümliche Klemmkörper ausgezeichnet, welche sich an den Rüsseln, Borsten oder Krallen der besuchenden Insekten festklemmen und von diesen, sobald sie sich gefangen fühlen, gewaltsam losgerissen werden. Zudem nun an jedem Klemmkörper zwei Pollenplatten befestigt sind, werden mittelst des Klemmkörpers auch diese dem Besucher angeheftet und von demselben in weiter besuchten Blüten unbewußt und

ungewollt in eine Narbenhöhle geschoben, wo sie nun ihrerseits sich festklemmen und von dem abermals gewaltsam sich losreisenden Insekte wieder getrennt, auf der Narbe zurückbleiben und Befruchtung bewirken.

Da diese ganz eigenartige Befruchtungseinrichtung, welche die Möglichkeit der Selbstbefruchtung vollständig ausschließt und die Kreuzungsvermittlung von Insekten durchaus erheischt, der ganzen Familie der Asclepiadeen eigen ist, so muß sie ohne Zweifel schon von den gemeinsamen Stammeltern derselben erworben und von diesen auf alle Abkömmlinge vererbt worden sein. Und wie die Gattung *Asclepias* noch jetzt honigreiche, allgemein zugängliche Blüten hat, die überreichlichen Insektenbesuch an sich locken und auf denen die mannigfachsten Bienen, Wespen, Grabwespen, Fliegen und Schmetterlinge sich einsinden und mit ihren Krallen oder (die Schmetterlinge) mit den Borsten ihrer Beine die Kreuzungsvermittlung bewirken (wenn auch auf der einen Art mehr diese, auf der anderen mehr jene Gäste), so wird es höchst wahrscheinlich auch mit den gemeinsamen Stammeltern der Familie der Fall gewesen sein. Die Nachkommen aber haben sich zum großen Theile einseitig ganz verschiedenen Insektenformen angepaßt: Die *Arauja*-Arten klemmen (nach *Delphin*) ihre Klemmkörper mit den ihnen angehefteten Pollenplatten an die Rüssel großer Bienen, die *Stephanotis*-Arten an die Rüssel langrüsseliger Schwärmer, die *Stapelia*-Arten an die Rüsselborsten großer Nasfliegen, die sie durch Farbe und Nasgeruch in dem Grade täuschen, daß die betrogenen Thiere sogar ihre Eier diesen Blumen anvertrauen und damit natürlich sicherem Verderben preisgeben; den *Vincetoxicum*-Arten dienen die Rüssel mittelgroßer Fliegen zur

Kreuzungsvermittlung; die *Ceropeja*-Arten fangen in einen dem des Osterluzei ähnlichen Blüthenkessel kleine Fliegen ein, die mit ihren Rüsseln die Pollenübertragung ausführen müssen, während bei *Asclepias* und mehreren anderen Gattungen die Krallen oder Fußborsten verschiedener Aderflügler, Zweiflügler und Falter die Kreuzung vermitteln. *)

Aus diesen Thatsachen lassen sich nun in Bezug auf die unbewußte Blumenzüchtung der Insekten folgende beiden Schlüsse ziehen:

1. Auch bei der Ausbildung der Klemmfallenblumen der *Asclepiadeen* müssen ebensowohl die durch die Auswahl der Insekten bewirkte Blumenzüchtung im eigentlichen Sinne des Wortes, als die von der Auswahl derselben unabhängige Naturzüchtung derselben (im bildlichen Sinne) theilhaftig gewesen sein; aber diese beiden Züchtungen müssen mehrfach mit einander abgewechselt haben.

2. Bei der Ausprägung bestimmten Insektenformen angepaßter Fallen muß hier eine entgegengesetzte Aufeinanderfolge beider Züchtungsarten stattgefunden haben als bei *Aristolochia* und *Arum*.

Die Richtigkeit des ersten dieser beiden Sätze ergibt sich aus folgender Betrachtung: Da, wie oben gezeigt, schon die Stammeltern der *Asclepiadeen*-Familie die durch Klemmkörper ausgezeichnete Befruchtungsweise besaßen haben, welche Selbstbefruchtung unmöglich macht, also hinreichenden Besuch die Klemmkörper herausziehender und die Pollenplatten in die Narbenhöhlen bringender Insekten zur nothwendigen Vor-

aussetzung hat, so muß schon bei den Urahnen dieser Stammeltern die von den Insekten überhaupt geübte Blumenauswahl zur Ausprägung so augenfälliger und honigreicher Blumenformen geführt haben, daß denselben stets reichlicher Insektenbesuch zu Theil und die Möglichkeit der Selbstbefruchtung vollständig entbehrlieh wurde. Erst nachdem dies erreicht war, konnte bei den Stammeltern der *Asclepiadeen* selbst durch Naturzüchtung die Ausbildung der Klemmkörper und der die Pollenplatten abfangenden Narbenhöhlen bewirkt werden, deren einzelne Schritte wir nicht mehr verfolgen können. Darauf machte sich bei den Abstammlichen dieser Stammeltern wieder die Blumenauswahl der Insekten, jetzt aber der verschiedenen, mit besonderen Geschmacksrichtungen, Liebhabereien und Bedürfnissen ausgestatteten Insektenabtheilungen geltend und züchtete die verschiedenen *Asclepiadeen*-Blumen, welche theils Schwärmern, theils Nasenfliegen, theils winzigen Dipteren u. s. w. am besten passen. Endlich bewirkte wieder, gleichzeitig mit dieser Blumenzüchtung der Insekten oder ihr nachfolgend, Naturzüchtung die Ausprägung derjenigen Abänderungen, welche durch die bestimmte, sie bevorzugende Insektenabtheilung, sobald sie sich auf den Blüthen einfand, am sichersten Kreuzung erfahren mußten, wie z. B. die mit Klemmfallen combinirte Fliegen-Kesselfalle von *Ceropeja*.

Daß dabei die Ausprägung bestimmten Insektenformen angepaßter Fallen einer entgegengesetzten Aufeinanderfolge beiderlei Züchtungsarten ihre Entstehung verdankt als bei *Arum* und *Aristolochia*, tritt am deutlichsten hervor, wenn man demselben engbegrenzten Besucherkreise entsprechende Fallen zum Vergleiche heranzieht, z. B.

*) Delpino, relazione sull' apparecchio della fecondazione nelle *Asclepiadee* etc. Torino 1865; Hildebrand, Bot. Zeitung 1867. S. 266—270. Delpino, ulteriori osservazioni I. p. 224 ff.

Nasfliegenfallen, welche sich sowohl bei Arten der Gattungen *Arum* und *Aristolochia*, als bei *Asclepiadeen* (*Stapelia*) vorfinden. Da springt denn sofort in die Augen, daß bei *Arum* und *Aristolochia*, wie oben gezeigt, zuerst die Blumenanswahl Säulnißstoffe liebender Insekten ihre Wirksamkeit entfaltet und Stelblumen gezüchtet hat, welche dann erst durch die von der Wahl der Insekten unabhängige Naturzüchtung zu Nasfliegenfallen ausgebildet worden sind, daß dagegen bei den *Asclepiadeen* Insektenfallen die ursprüngliche, bereits den gemeinsamen Stammeltern durch Naturzüchtung zu Theil gewordene und von diesen ererbte Blüthenausrüstung bilden, welche sich erst nachträglich durch die unbewußte Blumenzüchtung der verschiedenen Insektenabtheilungen in Bienen, Schwärmer, Nasfliegen und andere Fallenblumen differenzirt haben.

Während sich bei den *Asclepiadeen* die mit den Staubkölbchen verbundenen Klemmkörper harten Hervorragungen des Insektenleibes, Krallen, Borsten oder Rüsseln, anklemmen, wird von anderen Klemmfallenblumen, z. B. den *Cypripedium*-Arten, das ganze Insekt festgeklemmt und kann nicht eher wieder loskommen, als bis es an der Narbe etwa mitgebrachten Pollen abgeseht und an den Staubgefäßen neuen mitgenommen hat.

Nach der Geräumigkeit des vorübergehenden Gefängnisses, in welches sie ihre Kreuzungsvermittler einschließen, könnte man die *Cypripedium* Blumen den Kesselfallenblumen von *Arum* und *Aristolochia* anzureihen sich versucht fühlen. Sie sind aber von denselben in Bezug auf die Art der Kreuzungsvermittlung ganz durchgreifend verschieden. Denn bei *Arum* und *Aristolochia* werden zahlreiche kleine Gäste

in den Blüthenkessel gelockt, treiben sich ganz regellos in demselben umher und werden nur dadurch zu regelmäßigen Kreuzungsvermittlern, daß sie bei ihrem Eintritte nur die Narben entwickelt finden und erst dann wieder entlassen werden, wenn sie sich nach dem Verblühen der Narben und der Entleerung der Staubgefäße mit dem Pollen derselben behaftet haben. Dagegen locken die *Cypripedium*-Blüthen in ihre einem westfälischen Holzschuhe ähnliche Unterlippe*) jedesmal nur einen einzigen Kreuzungsvermittler hinein und lassen denselben, da er von den glatten, nach oben zusammengebogenen Wänden immer wieder abgleitet, nicht anders wieder heraus, als indem er sich durch eine Klemme hindurchzwängt, die ihn zugleich zur Vermittelung der Kreuzung zwingt. Die einzige Möglichkeit des Ausganges gewährt nemlich dem gefangenen Gaste eine der beiden kleinen Oeffnungen zu beiden Seiten der Basis der Unterlippe, und diese kann er nicht erreichen, ohne sich unter der Narbe hindurchzudrängen; wenn er sich nun in die kleine Ausgangsoeffnung hineingezwängt hat, kann er aus seiner eingeklemmten Lage nicht anders wieder herauskommen, als indem er sich mit dem klebrigen Pollen eines Staubgefäßes beschmiert, welcher dann in der nächstbesuchten Blüthe die Kreuzung der Narbe bewirken muß. Die *Cypripedium*-Blüthen sind also richtige Klemmfallen.

Wie die Klemmfallen der *Asclepiadeen*, so fangen auch diejenigen der *Cypripedium*-Arten theils Fliegen, theils andere Insekten (unsere einheimische Art nemlich Bienen) ein. Der muthmaßliche Ursprung der

*) Die Blume wird daher in Westfalen, wenigstens bei Stromberg und Delde, ebenso treffend als derb „Holtschenblaume“ (Holzschuhblume) genannt.

Bienenfalle unseres Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*) ist aber, was die Combination der Wirkung der Naturzüchtung und der von den Insekten ausgeübten Züchtung betrifft, wiederum ein ganz eigenthümlicher, nicht nur von dem der *Asclepiadeen*, sondern ebenso von dem der *Aristolochia*- und *Arum*-Insektenfallen so verschieden, daß er wohl eine besondere Besprechung verdient. Alle (4 bis 5) bisher in Bezug auf ihre biologische Bedeutung ins Auge gefaßten exotischen *Cypripedium*-Arten haben sich nemlich einem der scharfsinnigsten Biologen *) als Fliegenfallenblumen herausgestellt; bei einer derselben beobachtete er, allerdings nur im Gewächshause, den Fliegenbesuch direct. Auch die nächstverwandte Orchideengattung, *Selenipedium*, ist nach demselben Gewährsmann eine Fliegenfallenblume. Sie ist von derselben Einrichtung wie *Cypripedium*, nur mit dem Unterschiede, daß sich die beiden oberen ihrer drei Blumenblätter in etwa $\frac{1}{2}$ Meter lange herabhängende Schwänze umgebildet haben, welche, wie auch sonst dergleichen Bildungen (z. B. bei *Himantoglossum hircinum*), besuchenden Dipteren als Leitseile zu dienen scheinen. Nur unser einheimischer Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*) wirkt, nach meinen oft wiederholten directen Beobachtungen, als Bienenfalle, indem unausgeprägtere, weniger intelligente Bienen (verschiedene Arten der Gattung *Andrena*) von ihr eingefangen und in den Dienst als Kreuzungsvermittler gezogen werden. Aber auch bei ihm findet sich eine Eigenthümlichkeit vor, welche auf ursprüngliche Anpassung an Dipteren hindeutet, nemlich die purpurnen Flecken auf der Oberseite des zu einem lichtabsperrenden Schirme umgebildeten drit-

ten Staubgefäßes. Es muß deshalb, nach den vorliegenden Thatfachen, als das Wahrscheinlichste erscheinen, daß alle Frauenschuharten, einschließlich des *Selenipedium*, von gemeinsamen Stammeltern abstammen, welche durch die Blumenzüchtung der Fliegen bereits diesen allein entsprechend sich ausgebildet hatten und durch Naturzüchtung zu Klemmfallen derselben geworden waren. In unserem *Cypripedium calceolus* würde hiernach eine Blume vorliegen, welche aus einer bereits ausgeprägten Fliegenfalle unter veränderten Lebensbedingungen zu einer Bienenfalle umgeprägt worden ist. Die Purpurflecken des *Staminodiums* wären als Zeugen ursprünglicher Fliegenfreundschaft übrig geblieben; aber die lebhafteren Farben und der honigsüße Wohlgeruch würden bekunden, daß seitdem eine Gesellschaft ästhetisch ausgebildeterer Blumenzüchter die ihrer Geschmacksrichtung entsprechenden Abänderungen bevorzugt hat.

Eine von den *Asclepiadeen* und *Cypripedium* wieder ganz verschiedene Fliegenklemmfaller besitzt *Pinguicula alpina*, wie ich im August vorigen Jahres im Scuthale am Bernina wiederholt durch directe Beobachtung constatiren konnte. Dieser Fall ist noch insofern von besonderem Interesse, als er uns von allen bis jetzt bekannt gewordenen Klemmfallenblumen nicht bloß in Bezug auf ihre Entdeckung, sondern auch in Bezug auf ihre Entstehung diejenige neuesten Datums darbietet und die Reihe verschiedener Altersstufen derselben um ein Glied erweitert. Denn während die Klemmfallen der *Asclepiadeen* schon bei den Stammeltern einer weit verzweigten Familie, diejenigen der *Cypripedien* bei den Stammeltern eines kleinen Familienzweiges zur Ausprägung gelangt sind, ist die Klemmfaller der *Pinguicula alpina* auf diese eine Art beschränkt.

*) F. Delpino, *Ulteriori osservazioni* I. p. 175 ff., II. p. 227 ff.

Die weißen, im Blütheneingange mit zwei gelben und gelb behaarten Ausfackungen (a) verzierten Blüthen locken vorzugsweise mittelgroße Fliegen (Musciden) an, die ganz in die Blüthe hinein kriechen, bis sie mit dem Kopfe in den hohlen Sporn (c) kommen. Der Sporn bietet ihnen keinen Honig dar; seine Innenwand

ist aber auf der Unterfläche mit kleinen einzelligen gestielten Knöpfchen (Fig. XVII.) besetzt, die von zarter Haut umkleidet und mit Saft erfüllt sind. Diese Knöpfchen scheinen das Genußmittel zu sein, welches die Fliegen zu wiederholten Besuchen der Blüthen anlockt. Beim Hineinkriechen in dieselben dienen ihnen sowohl die gelben

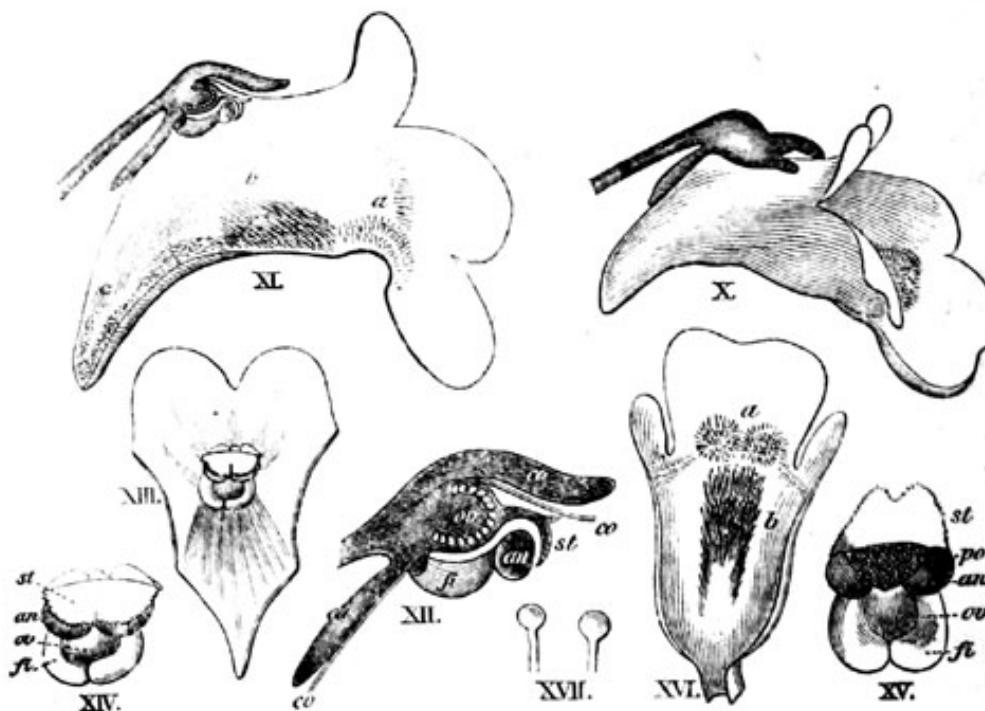


Fig. 4. Eine Klemmfallenblume (*Pinguicula alpina*).

X. Blüthe von der Seite gesehen. XI. Dieselbe im Längsdurchschnitt ($3\frac{1}{2}:1$). XII. Geschlechtstheile derselben ($7:1$). XIII. Obere Hälfte einer Blüthe, deren Staubgefäße noch geschlossen sind ($3\frac{1}{2}:1$). XIV. Geschlechtstheile derselben ($7:1$). XV. Geschlechtstheile einer Blüthe, deren Staubbeutel sich geöffnet haben, nachdem der untere Narbenlappen von hinten her in die Höhe geklappt ist, so daß man seine Unterfläche sieht. XVI. Untere Hälfte der Blüthe (Fig. XIII). XVII. Zwei der gestielten Knöpfchen, mit welchen die innere Spornwand ausgekleidet ist ($80:1$). ca Kelch, co Blumenkrone, fi Staubfäden, an Staubbeutel, po Pollen, ov Fruchtknoten, st Narbe. Die Erklärung von a, b, c im Text.

Haare der beiden Ausfackungen im Blütheneingange (a), als die farblosen, starren, schräg nach hinten gerichteten Haare hinter der Ausfackung (b) als bequeme Haltpunkte. Sobald aber die Kliege mit dem Kopfe im Sporne angelangt ist, sitzt sie ziemlich fest, so daß sie z. B. nicht entwischt, wenn man die Blume abpflückt und aus nächster

Nähe betrachtet. Die schräg nach hinten gerichteten steifen Haare hindern sie am raschen Rückzug. Sie kann nur ganz langsam zurück, indem sie sich mit dem sonst gegen die Sperrhaare rennenden Leibe möglichst nach oben drängt, wobei sie mit dem Rücken die Antheren streift und den unteren Lappen der (nicht reizbaren) Narbe

nach vorn und oben klappt. Da nun die Narbe sich auch hier erheblich früher zur Reife entwickelt, als die Staubgefäße, so bewirkt die Fliege, wenn sie sich einmal mit Pollen älterer Blüthen behaftet hat, Befruchtung, so oft sie in neue Blüthen eindringt. Denn an dem unteren Narbenlappen derselben bleibt dann ein Theil des Pollens haften. (Ich fand mehrmals in der Klemme stecken gebliebene Fliegen [Musciden] todt. Jedenfalls waren sie zu schwach gewesen, in der beschriebenen Weise wieder herauszukommen).

Pinguicula vulgaris hat diese Klemmfallenrichtung nicht. Die untere Fläche ihrer Blüthenhöhle ist statt der starren Sperrhaare mit am Ende feurig verdickten, vielzelligen, weichen Haaren bekleidet, ihr Sporn enthält nur äußerst spärliche, gestielte Saftknöpfchen. Ihre Kreuzungsvermittler zu belauschen, ist mir noch nicht gelungen.

Es bedarf keiner näheren Ausführung, daß auch bei *Pinguicula alpina* die unmittelbar nur den Fliegen zu gute kommenden Eigenthümlichkeiten der Blüthe, ihre weißliche Farbe, die gelbgefärbten und mit gelben, senkrecht abstehenden Haaren bekleideten Ausfackungen im Blütheneingange und die gestielten Saftknöpfchen im Sporne, als das Züchtungsergebniß der von den Fliegen geübten Blumenwahl, die unmittelbar nur der Pflanze zu gute kommende Eigenthümlichkeit der Sperrhaare dagegen als Produkt der von ihrer Auswahl unabhängigen Naturzüchtung zu betrachten sind.

Außer den Ekelblumen und Fliegenfallenblumen, von denen es feststeht, daß sie der ausschließlichen Kreuzungsvermittlung durch Dipteren angepaßt sind, giebt es noch eine dritte Klasse von Blumen, von denen dies wenigstens mit großer

Wahrscheinlichkeit vermuthet werden kann. Es sind dies solche Blumen, welche der Geschmacksrichtung der Fliegen entsprechende Anlockungsmittel besitzen, ihren Besuchern aber weder Blüthenstaub, noch Honig, noch Obdach, noch sonst etwas anderes als bloße Täuschung gewähren und die daher gewiß nur so dumme Thiere wie die Fliegen zu wiederholten Besuchen und zur Kreuzungsvermittlung veranlassen können.

Das allbekannte Fliegenblümchen, *Ophrys muscifera*, kann am besten als Beispiel dieser Klasse von Blumen dienen. Seine purpurbraune, sammetartige Unterlippe erscheint mit ihrem fahlbläulichen nackten Flecke ganz wie dazu gemacht, durch ihre Farbe Fäulnißstoffe liebende Fliegen an sich zu locken. Wenn sie dies wirklich thut, wofür die direkte Beobachtung bis jetzt noch fehlt, so werden die beiden schwarzen glänzenden Knöpfchen an der Basis der Unterlippe, die wie zwei Flüssigkeitsströpfchen aussehen und deshalb ganz passend als Scheinnectarien bezeichnet werden, gewiß nicht verfehlen, die angeflogene Fliege zu einem Saugversuche und damit zum ersten Akte der Kreuzungsvermittlung zu veranlassen. Denn indem sie sich nach einem der beiden Scheinnectarien niederbückt, stößt sie mit dem Kopfe fast unvermeidlich an das über demselben hervorragende Klebstoffbehältniß (rostellum) und kittet sich ein Staubkölbchen an; und wenn sie einige Minuten später auf einer anderen Blüthe derselben Täuschung unterliegt, so hat sich inzwischen das dem Kopfe angelittete Staubkölbchen soweit abwärts gebogen, daß es gegen die Narbe gestoßen wird und da Kreuzung bewirkt. Mit der vermuthungsweise hier ausgesprochenen Deutung des Fliegenblümchens, welches man hiernach als eine Täuschblume bezeichnen dürfte,

steht es gewiß in vollem Einklange, daß man immer nur eine verhältnißmäßig geringe Zahl seiner Blüthen eines oder beider Staubkölbchen beraubt und befruchtet findet. *)

Die vorhergehenden Erörterungen hatte ich bereits seit mehreren Wochen völlig abgeschlossen bei Seite gelegt, als mir gestern, am 22. April, bei nochmaliger genauer Betrachtung der räthselhaften Blüthe unserer Einbeere, *Paris quadrifolia*, mit einem Male klar wurde, daß auch sie in allen ihren Theilen verständlich wird, wenn man sie als *Täuschblume* auffaßt. In ihrem widrigen Geruche und ihrer ziemlich ausgeprägten Proterogynie stimmt sie, — so sagte ich mir — mit *Asarum* überein und charakterisirt sich als *Stelblume*. Auch die grannenartige Verlängerung des Mittelbandes ihrer Staubgefäße erinnert lebhaft an *Asarum*. In der Mitte der *Paris*-Blüthe glänzt, von vier purpurfarbenen, von Narbenpapillen rauhen Griffelästen gekrönt, der schwarzpurpurne Fruchtknoten, als wäre er von Feuchtigkeit bedeckt. Er wird die Neugier Fäulnißstoffe liebender

Dipteren erregen und in ihnen die Vorstellung erwecken, daß hier etwas ihnen Zusagendes zu lecken sei. Habe ich doch schon vor Jahren (vgl. meine Befruchtung der Blumen durch Insekten S. 65) eine Fliege auf der Mitte der Blüthe, den Narben, sitzen und bei meiner Annäherung wegfliegen sehen! Die vier Blumenblätter biegen sich als grünlichgelbe, linienförmige Zipfel aus der Blüthe heraus nach unten, oft bis fast auf die vier Stengelblätter herab. Sie können kleinen Mücken als Leitseile dienen, welche sie bis in die Mitte der Blüthe, zu dem die Täuschung bewirkenden Fruchtknoten leiten. Die um die Blüthenmitte herum in die Höhe ragenden Staubgefäße bilden, gerade so wie die Staubgefäße von *Asarum*, Abfliegestangen, an welchen nach dem Aufspringen der Staubbeutel, Dipteren nicht in die Höhe kriechen können, ohne sich mit Pollen zu behaften. Es kommt also bloß darauf an, ob allen diesen Deutungen auch der tatsächliche Insektenbesuch entspricht, der sich, bei der großen Scheuheit der kleinen Dipteren, allerdings nur sehr schwer wird feststellen lassen.

*) Nach vollendetem Satz vorliegender Arbeit, habe ich, am 2. Juni d. J., entdeckt, daß unter günstigen Bedingungen ein breiter mittlerer Längstreifen der Unterlippe, welcher den sahlbläulichen Fleck in sich schließt, sich mit zahlreichen Tröpfchen bedeckt. Auch habe ich eine Fleischfliege, *Sarcophaga*, auf der Unterlippe sitzend und mit dem Kopfe der Basis derselben zugekehrt, an diesen Tröpfchen lecken sehen. Bei meiner Annäherung flog sie leider weg, ehe sie noch bis zu den Scheinnectarien gelangt war. Die Definition der Täuschblumen muß also dahin modificirt werden, daß sie durch Scheinnectarien ihre Besucher täuschen, mögen sie denselben übrigens Ausbeute darbieten oder nicht. Die Vermuthung, daß *Ophrys muscifera* Fäulnißstoff liebende Dipteren anlockt, ist durch die mitgetheilte Beobachtung zur Gewißheit geworden.

Von diesen Betrachtungen getrieben, benutzte ich, von herrlichem Wetter begünstigt, heute, am 23 April, den Vormittag, um meine Vermuthung auf die entscheidende Probe zu stellen und hatte in der That die Genugthuung, dieselbe wenigstens zum Theil durch direkte Beobachtung bestätigt zu sehen. In dem Rixbecker Busche, an einer Stelle, wo zahlreiche Einbeeren jetzt gerade in schönster Blüthe stehen, streckte ich mich auf den Waldboden nieder und harrete, geräuschlos und bewegungslos, nur die etwa 15—20 um mich stehenden *Paris*-Blüthen ins Auge fassend, ob nicht durch meine Annäherung vielleicht verschüchte

kleine zweiflügelige Gäste sich wieder einfinden würden. Ich harrete über eine Stunde geduldig aus und sah in der That während dieser Zeit mehrmals eine kleine Mücke (*Ceratopogon*?) und einige Musciden, darunter *Scatophaga merdaria* F., an die Blüthen fliegen und vorzugsweise am Fruchtknoten, bisweilen aber auch an den Staubgefäßen beschäftigt. Die Thierchen waren so schen, daß ich mich mit ihrer Beobachtung aus einiger Entfernung begnügen mußte, und ich war nie so glücklich, den ganzen Verlauf ihrer Thätigkeiten, so wie ich ihn mir gedacht hatte, beobachten zu können. Doch dürfte wenigstens die Hauptsache, daß der Fruchtknoten, obgleich er kein Genußmittel darbietet, anlockend auf gewisse Dipteren wirkt, daß also Paris eine Täuschblume ist, hiermit thatsächlich entschieden sein, und auch die oben gegebene Deutung der Blütheneinrichtung von *Ophrys muscifera* gewinnt dadurch jedenfalls sehr an Wahrscheinlichkeit.

Außer Ekelblumen, Fallenblumen und Täuschblumen sind bis jetzt irgend welche andere Blumen, welche der ausschließlichen Fremdbestäubung durch Vermittelung Fäulnißstoffe liebender Dipteren angepaßt wären, nicht bekannt. Es läßt sich daher das Gesamtergebniß ihrer Thätigkeit als selbstständiger Blumenzüchter in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Wie alle Blumen überhaupt, so sind auch die diesen Dipteren ausschließlich angepaßten das Ergebnis einer doppelten Züchtung, indem einerseits diejenigen individuellen Abänderungen sich erhalten und

summiert haben, welche die Blumenauswahl der Fliegen und Mücken bestimmen und den Blumen selbst erst mittelbar, durch wirksamere Herbeilockung dieser Kreuzungsvermittler, vortheilhaft werden, andererseits aber durch Naturauslese auch solche Abänderungen ausgeprägt worden sind, welche, von der Wahl der Besucher unabhängig, der Pflanze unmittelbar nützen, sei es durch Sicherung der Kreuzung bei eintretendem Dipteren-Besuche, sei es als Schutzmittel der Blumen gegen Wetterungunst und Thiere.

2. Durch die Blumenauswahl der Fäulnißstoffe liebenden Dipteren sind Ekel Farben und Ekelgerüche gezüchtet worden, welche für sich allein genügen, alle sonstigen Blumengäste auszuschließen und überdies oft Blumenformen, welche einen geschützten Schlupfwinkel darbieten. Ist letzterer sehr versteckt, so kommt als ihr weiteres Züchtungsprodukt ein offenes Eingangszelt, eine Leitstange oder ein Leitseil hinzu, welches den kleinen Blumenzüchtern ein bequemes Hineinkriechen in den Schlupfwinkel gestattet.

3. Von der Wahl der Dipteren unabhängige Naturauslese hat die von diesen gezüchteten Ekelblumen theils zu Kreuzung sichernden Kesselfallen und Klemmfallen, theils zu Täuschblumen gezüchtet.

4. Da hierzu Dummmdreistigkeit der Kreuzungsvermittler nothwendige Vorbedingung war, so haben sich keine den blumensteten, einsichtigeren Dipteren, wie z. B. Syrphiden, Empiden, Conopiden und Bombyliden, sondern nur dummen, Fäulnißstoffe liebenden und daher blumenunsteten Musciden und Mücken ausschließlich angepaßte Blumen ausgebildet.

Die Insekten als unbewußte Blumenzüchter.

Von

Dr. Hermann Müller.

II.



ir haben bereits die Rolle kennen gelernt, welche Fäulnißstoffe liebende Dipteren als selbstständige Blumenzüchter spielen. Es empfiehlt sich, sogleich auch einen kurzen Hinblick auf ihre mitwirkende Rolle daran anzuknüpfen, um sodann, unbehindert durch die Rücksicht auf diese unsauberen Gäste, die Betrachtung der gemeinsamen Blumenzüchtung der uns sympathischen kurzrüsseligen Insekten wieder aufnehmen und weiterführen zu können.

Ekelblumen, Fallenblumen und Täuschblumen, nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse die einzigen Züchtungsprodukte der Fäulnißstoffe liebenden Dipteren für sich allein, finden sich zwar in sehr verschiedenen und weit aus einander stehenden Familien, aber im Ganzen doch in verhältnißmäßig sehr geringer Anzahl. Als selbstständige Blumenzüchter haben also diese in ihrer Geschmacksrichtung so abweichenden Insekten eine nicht besonders erhebliche Bedeutung gehabt, und alle diejenigen unter uns, welche die Blumen nur

um ihrer prächtigen Farben und lieblichen Wohlgerüche willen schätzen, haben sicherlich keine Veranlassung, dies sonderlich zu bedauern. Weit umfassender ist dagegen die mitwirkende Rolle, welche sie, im Vereine mit anderen kurzrüsseligen Insekten, als unbewußte Kreuzungsvermittler spielen; aber natürlich können sich ihre eigenthümlichen Neigungen blumenzüchtend um so weniger geltend machen, je mehr sich Insekten anderer Neigungen mit ihnen in den Besuch der Blumen theilen. Zahlreiche Blumen einfachster Form mit völlig offen liegendem, oder doch in der Nähe unmittelbar sichtbarem Honig, wie z. B. die große Mehrzahl der Umbelliferen, Alsineen, Cruciferen u. A., werden daher, außer von mannigfachen kurzrüsseligen Insekten anderer Ordnungen, auch sehr häufig von Fliegen besucht und gelegentlich mit Pollen getrennter Stöcke befruchtet, ohne daß sich unter den Eigenschaften dieser Blumen irgend eine speciell auf die Fliegen als Blumenzüchter hinweisende vorfände. Der offenliegende Honig solcher Blumen, ihre Farbe und ihr

Geruch sind dann eben das Züchtungsprodukt einer gemischten Gesellschaft verschiedenartiger kurzrüsseliger Blumenzüchter. Sobald jedoch Fäulnißstoffe liebende Dipteren als Besucher und Kreuzungsvermittler offener, allgemein zugänglicher Blumen eine entschieden vorwiegende Rolle spielten, mußte beim Auftreten geeigneter Abänderungen auch die von ihnen geübte Blumenauswahl entscheidend sein und ihren Liebhabereien entsprechende Farben und Gerüche oder beides züchten. Wurde beides, Ekelfarben und ausgeprägte Ekelferüche gezüchtet, so blieben die übrigen Besucher zurück, und aus den ursprünglich für alle Insekten offenen Tisch anbietenden Blumen entstanden, wie wir bereits gesehen haben, Ekelf Blumen. Wurden dagegen, wenn geeignete Geruchsabänderungen eben niemals auftraten, nur dem Fliegengeschmacke entsprechende Farben gezüchtet, ohne Ekelferüche oder mit nur schwacher Ausprägung derselben und daher ohne oder mit nur theilweiser Zurückschreckung der anderen Gäste, so entstanden Blumen, die zwar überwiegend von Fliegen, daneben jedoch von einem bunten Gemisch mannigfacher anderer kurzrüsseliger Insekten besucht und gelegentlich befruchtet werden, wie die schmutzig grüngelben Blumen von *Ruta graveolens*, *Veratrum album*, *Rhus*, *Rhamnus*, *Acer*, *Hedera*, *Euphorbia* und mancher Umbelliferen.

Die Erfolge, welche die Fäulnißstoffe liebenden Dipteren theils als selbstständige, theils als mitwirkende Blumenzüchter erreicht haben, sind hiermit hinreichend angedeutet, und wir verabschieden nun diese ebenso zudringlichen als uns antipathischen Gäste, um zu der uns sympathischen Gesellschaft der übrigen Blumenbesucher zurückzukehren, welche in Bezug auf Farben-, Geruchs- und Geschmackssinn im Ganzen uns gleich gerichtet sind.

Da sich nun ein langer Rüssel, wie sein ausschließlicher Gebrauch zur Gewinnung tief geborgenen Blumenhonigs und die noch jetzt vorhandene Stufenleiter verschiedener Längen beweist, bei allen blumenbesuchenden Insektenabtheilungen, welche heute langrüsselige Arten aufzuweisen haben (Fliegen, Schmetterlinge, Bienen*), erst nach dem Uebergange zur Blummahrung und als Anpassung an erfolgreichere Gewinnung derselben ausgebildet haben kann, so haben wir uns im Anfange der Entwicklung der Blumenwelt lauter kurzrüsselige Blumenzüchter vorzustellen. Wollen wir daher die stufenweise Ausbildung der Blumeneigenthümlichkeiten so viel als möglich in genetischer Reihenfolge uns klar zu machen suchen, so müssen wir zunächst

II. die bunte Gesellschaft ursprünglicher kurzrüsseliger Blüthenbesucher als unbewußte Blumenzüchter

unserer weiteren Betrachtung unterwerfen und zu ermitteln suchen, welche Blumeneigenthümlichkeiten außer der bereits erörterten Augenfälligkeit und dem in manchen Fällen vielleicht schon früh sie begleitenden Wohlgeruche der vereinten Thätigkeit derselben ihre Ausprägung verdanken.

Wir versehen uns also im Geiste auf diejenige Stufe der Blumenentwicklung, auf welcher nicht nur durch Zwitterblüthigkeit und Klebrigkeit des Pollens Kreuzung durch besuchende Insekten ermöglicht und durch erstere zugleich der Nothbehelf der Selbstbefruchtung bei ausbleibendem Insektenbesuche gewonnen, sondern auch eine ver-

*) Nur bei den Schnabellern (Hemiptera) ist die Rüsselausbildung offenbar unabhängig vom Blumenbesuche erfolgt; diese haben aber auch noch jetzt als Kreuzungsvermittler der Blumen fast gar keine Bedeutung.

größte buntgefärbte, in manchen Fällen vielleicht auch schon wohlriechende Blüthenhülle durch die ursprünglichsten Besucher bereits gezüchtet, der entbehrlich gewordene kolossale Pollenüberfluß der windblüthigen Stammeltern durch Naturauslese bereits beseitigt war und fragen uns: Unter welcher Form haben wir uns diese Urblumen vorzustellen? Welche weiteren von den mannigfachen sonstigen Eigenthümlichkeiten höher entwickelter Blumen konnten und mußten beim Auftreten geeigneter Abänderungen schon von der bunten Gesellschaft ursprünglich kurzrüsseliger Gäste gezüchtet werden?

Nächst den als bereits gewonnen vorausgesetzten Ausrüstungen ist Honigabsonderung die am allgemeinsten verbreitete Blumeneigenthümlichkeit; sie ist es also, deren Ausprägung den oben genannten ersten Schritten der Blumenzüchtung in der Regel zunächst gefolgt sein wird. Bei der großen Vorliebe, mit welcher wir heute Insekten aller Ordnungen dem Blumenhonige nachgehen sehen, während Blüthenstaub einen weit beschränkteren Kreis von Consumenten an sich zieht, ist es ja auch unschwer einzusehen, daß Honig absondernde Blumenabänderungen, wo sie auch auftraten, zum Siege über die honiglosen Stammformen gelangen mußten, wofür nicht etwa besonders ungünstige Umstände, wie z. B. auf entlegenen oceanischen Inseln, einen großen Mangel an Insekten verursachten. Denn nicht nur wurde durch Honigabsonderung schon bei den ursprünglichsten Blumen der Besucherkreis erweitert, indem außer pollenfressenden sich nun auch honigleckende Käfer und Fliegen, außerdem aber Phryganiden, Blatt- und Schlupfwespen*) als

Besucher einfanden, sondern auch die alten Besucher zogen jedenfalls, wenn sie die Auswahl hatten, Blumen, die ihnen neben dem Blüthenstaube auch noch Honig darboten, honiglosen vor. Die gesammte bunte Gesellschaft ursprünglicher kurzrüsseliger Blumenbesucher war also an der Züchtung honighaltiger Abänderungen theilhaftig.

Es läßt sich indeß bei einem Ueberblicke über die Blumenwelt leicht erkennen, daß Honigabsonderung nicht etwa bloß von den ältesten Blumen, denen nur kurzrüsselige Gäste zu Theil wurden, erworben und auf die späteren Geschlechter nur durch Vererbung übertragen worden ist. Vielmehr müssen in den aller verschiedensten Zeitepochen, von jener Jugendperiode der Blumenwelt an, da der Metaspermienstamm noch eine geringe Zahl verschiedener Zweige darbot, bis zur Gegenwart herab, honigabsondernde Abänderungen aufgetreten, von den Insekten bevorzugt und weiter gezüchtet worden sein. Denn während bei manchen sehr umfassenden Familien, wie z. B. Umbelliferen, Labiäten, Compositen, bestimmte Formen der Honigabsonderung als Familiencharaktere auftreten, welche schon von den Stammeltern derselben erworben sein müssen, bieten zahlreiche andere Familien, z. B. Ranunculaceen, Solaneen, Scrophulariaceen, Gentianeen, Primulaceen, neben einander honiglose und honighaltige Gattungen dar; von den honighaltigen Gattungen haben wiederum die einen eine bestimmte Form der Honigabsonderung als Gattungscharakter, also von den Gattungstammeltern, ererbt, wie z. B. *Aconitum*, *Aquilegia*, *Primula*, die anderen spalten sich in Zweige mit eigenthümlicher, also

*) Schmetterlinge und Bienen haben sich augenscheinlich erst im weiteren Verlaufe der Blumenbildung entwickelt, erstere vermuth-

lich aus Phryganiden, letztere aus der den Zehneumoniden entstammenden Familie der Grabwespen.

entweder selbstständig erworbener oder wenigstens selbstständig ausgeprägter Form der Honigabsonderung, wie z. B. *Gentiana* (vergl. Kosmos, Bd. I. S. 162).

Ganz besonders lehrreich in Beziehung auf das verschiedene Alter der Nektarien ist die Familie der Ranunculaceen. Denn neben honiglosen Gattungen (*Anemone*, *Thalictrum*, *Adonis*) umschließt sie andere, die aus den Kelchblättern (*Paeonia*), andere, die in den mannigfachen Formen aus den Blumenblättern (*Ranunculus*, *Myosurus*,

Trollius, *Eranthis*, *Helleborus*, *Aconitum*, *Delphinium*, *Aquilegia*, *Nigella*), andere, die aus umgebildeten Staubfäden (*Clematis*), andere, die aus umgebildeten Staubbeuteln (*Pulsatilla*), andere endlich, die aus den Fruchtblättern (*Caltha*), Honig absondern, und liefert damit den Beweis, daß sie, von honiglosen Stammeltern abstammend, erst nach dererspaltung in zahlreiche Familienzweige auf den allerverschiedensten Wegen zur Honigabsonderung gelangt ist.

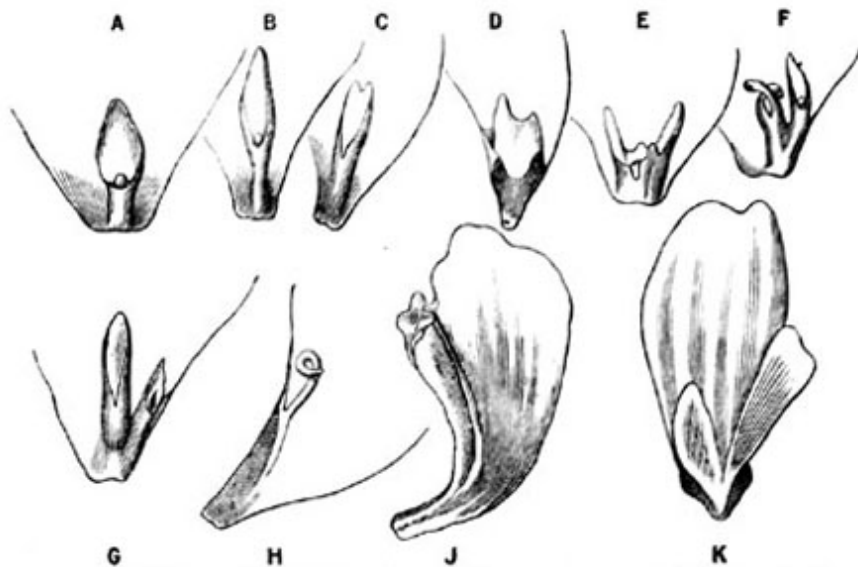


Fig. 5. Variabilität der Nektarienbildung innerhalb derselben Art, *Ranunculus pyrenaicus*.

Und da manche ihrer Gattungen in der Nektarienbildung in allen ihren Arten im Wesentlichen übereinstimmen (z. B. *Pulsatilla*, *Aquilegia*, *Aconitum*, *Nigella*), andere dagegen honighaltige neben honiglosen Arten enthalten (z. B. *Paeonia*, *Clematis*), so zeigt sie uns ferner, daß in manchen Fällen die Honigabsonderung schon bei den Stammeltern der Gattungen, in anderen erst bei den Stammeltern der Arten zur Ausprägung gelangt ist. Endlich kommen, um die Altersstufenleiter bis zur Gegenwart herab zu vervollständigen, in der Familie der Ranun-

culaceen selbst Arten vor, welche neben einander honiglose und honighaltige Individuen, letztere mit den auffallendsten Verschiedenheiten in der Ausbildung der Nektarien, darbieten. Eine Veranschaulichung dieser Thatfache geben die beifolgenden Nektarienformen von *Ranunculus pyrenaicus*, die ich gleichzeitig (5. Aug. 1877) neben einander an demselben Standorte (im Heuthale am Bernina) beobachtete.*)

*) Eine andere Reihe derartiger Variationen habe ich auf S. 117 meines Werkes „Ueber Befruchtung der Blumen“ dargestellt.

Die andere der beiden oben aufgeworfenen Fragen modificirt sich nun dahin: Wie haben wir uns jene zwitterblüthigen*) Urblumen vorzustellen, an welchen zuerst Honigabsonderung aufgetreten und durch eine gemischte Gesellschaft kurzrüsseliger Besucher zur dauernden Eigenschaft gezüchtet worden ist? Eine einfache biologische Betrachtung ergibt, daß es nur offene regelmäßige Blumen einfachster Form gewesen sein können. Denn zu solchen werden wir mit Nothwendigkeit geführt, wenn wir von irgend welchen unregelmäßigen und complicirter gebauten honighaltigen Blumen alle Röhren und Sporen, alle Vergungen und Verstärkungen des Honigs, welche einen schon verlängerten Rüssel und eine schon geschärfte Blumeneinsicht der Besucher voraussetzen lassen, sowie alle einseitigen Gestaltungen, die sich augenscheinlich als Anpassungen an bestimmte Besucherkreise ausgebildet haben, hinwegdenken. Nachdem wir aber die kolossale Altersverschiedenheit der Nektarien kennen gelernt haben, schließt sich an die so eben beantwortete unmittelbar die weitere Frage an: Sind die in späteren Perioden bis zur Gegenwart herab neu aufgetretenen Nektarien an immer höher und höher entwickelten Blumenformen zum Vorschein gekommen oder an Blumenformen, welche noch eben so einfach, offen und regelmäßig waren, als jene zuerst honighaltig gewordenen Urblumen? Wenn wir die in sehr verschiedenen Zweigen des Metaspermienstammbaumes sich darbietenden Abstufungen von gleichförmigen einfacheren zu nach verschiedenen Richtungen hin differencirten com-

plicirteren Blumenformen vergleichend überblicken, so können wir über die richtige Antwort auf diese Frage kaum zweifelhaft bleiben; denn in allen Fällen, in denen uns eine hinreichende Stufenfolge steigender Complicirtheit und Differencirung vorliegt, gelangen wir, indem wir dieselbe in absteigender Richtung verfolgen, schließlich zu sehr einfachen, regelmäßigen, offenen Blumenformen, als denjenigen, bei denen die Honigabsonderung begonnen haben muß. Um nur einzelne größere und kleinere Metaspermenabtheilungen beispielsweise herauszugreifen, so steigen wir in der Ordnung Rhoeades, von den unregelmäßigen honighaltigen Fumariaceen *Corydalis* und *Fumaria* durch *Dielytra* und *Adlumia* zu *Hypocoum* und von da zu regelmäßigen, einfachen, offenen und noch honiglosen *Papaveraceen* hinab; in der Familie der *Ranunculaceen* gelangen wir von den complicirten und unregelmäßigen, in verschiedener Weise einseitig den Hummeln angepassten Gattungen *Delphinium*, *Aconitum*, *Aquilegia* zu regelmäßigen, einfachen, offenen, theils honighaltigen, theils honiglosen Formen (*Ranunculus*, *Anemone*), in der Gattung *Gentiana* von den durch Gitter oder erweiterte Narben verschlossenen Blumentröhen der Untergattungen *Endotricha* und *Cyclostigma* und den Blumenglocken der Untergattung *Coelanthus* zu der zwar bereits honighaltigen, aber noch höchst einfachen und völlig offenen Blumenform der *G. lutea*.*) Selbst die Nektarien jüngsten Datums, die an einzelnen Arten sonst honigloser Gattungen auftreten, wie z. B. (nach Despinio) an gewissen *Paeonia*-Arten, an *Clematis balearica*, *integrifolia* u. A.,

*) Ausdrücklich ausgeschlossen von den folgenden Schlußfolgerungen bleiben diejenigen Blumen, welche, wie *Salix*, mit Beibehaltung der Getrenntgeschlechtigkeit direkt zur Insektenblüthigkeit übergegangen sind.

*) Siehe Rosmos, Bd. I. S. 162. (wo aus Versehen *Cyclanthera* statt *Cyclostigma* gedruckt ist).

finden sich in Blumenformen, die an Einfachheit, Offenheit und Regelmäßigkeit der Vorstellung, die wir uns von den zuerst honighaltig gewordenen Urblumen bilden mußten, gleichkommen.

Nehmen wir nun vorausgreifend noch hinzu, daß an der Ausbeutung so offener, flacher, wenig ausgiebiger Honigquellen, wie die Nektarien in ihrer ursprünglichen Form immer sind, auch heutzutage fast ausschließlich kurzrüsselige Besucher sich betheiligen, während die langrüsseligeren eben durch ihre längeren Rüssel die körperliche und durch die mit der Rüssellänge zugleich gesteigerte Blumeneinsicht die geistige Fähigkeit erlangt haben, die ergiebigeren tieferen und versteckteren Nektarien aufzusuchen und auszubeuten, so ergeben sich aus unserer Umschau als sehr wahrscheinlich folgende Sätze:

1. Alle honighaltigen Blumen sind zur Zeit, als sich zuerst Honigabsonderung bei ihnen einstellte, einfach, offen und regelmäßig gewesen.

2. Die zuerst als individuelle Abänderung aufgetretene Honigabsonderung ist — abgesehen von Efelblumen — stets durch eine gemischte Gesellschaft kurzrüsseliger Insekten zur bleibenden Eigenthümlichkeit gezüchtet worden.

3. Aus einfachen offenen, honighaltigen Blumen, die einer gemischten Gesellschaft der verschiedensten Insekten zugänglich und gelegentlicher Kreuzung durch dieselben ausgesetzt waren, sind im Laufe der weiteren Entwicklung vielfach kürzer und länger röhric, bilateral symmetrische und selbst unsymmetrische *) Blumenformen hervorgegangen, die nur noch beschränkteren Besucherkreisen oder sogar nur noch ganz bestimmten Insektenformen zugänglich sind. (Welche

*) z. B. *Phaseolus* (S. Müller, Befruchtung S. 257) *Pedicularis* (dieselbst S. 300).

Rolle bei dieser Umbildung Naturzüchtung und Blumenwahl der Insekten gespielt haben, bleibt näher festzustellen.)

4. Der Uebergang einfacher, offener, regelmäßiger Blüthen aus dem honiglosen in den honighaltigen Zustand und ihre Umbildung in röhric und einseitige Blumenformen ist in den verschiedensten Zeit-epochen erfolgt. Neben den honighaltigen sind aber bis in die Gegenwart herab honiglose, neben den röhric oder bilateral symmetrisch gewordenen bis in die Gegenwart herab einfache, offene, regelmäßige Blumenformen erhalten geblieben.

Nachdem wir nun über das erste Entstehen der Honigabsonderung, so weit es die vorliegenden Thatfachen gestatten, uns eine bestimmte Vorstellung gebildet haben, tritt die Frage an uns heran: Wie sind aus den ursprünglichen offenliegenden Nektarien die, eben weil es ihnen an Vertiefung fehlte, nur eine flache, wenig ausgiebige Honigschicht darbieten konnten, jene tieferliegenden, honigreicheren Nektarien geworden, welche von allen langrüsseligeren Besuchern vorzugsweise aufgesucht und ausgebeutet werden? Welche Rolle hat die Blumenzüchtung der Insekten, welche Rolle hat Naturzüchtung dabei gespielt? Haben sich zuerst die Rüssel der blumenbesuchenden Insekten verlängert und als Anpassung an dieselben dann erst tieferliegende Nektarien ausgebildet oder umgekehrt?

Offenbar ist es unmöglich, durch Vergleich der Röhrenlängen und Rüssellängen der heutigen Blumenbesucher der Lösung dieser Frage näher zu kommen, da eben beide alle Abstufungen von ihrem Maximum bis zu Null hinab darbieten. Den einzigen festen Anhalt dazu bietet der als einfache Conse-

quenz der Selektionstheorie sich ergebende Satz, daß nur dem Inhaber selbst nützliche Abänderungen zur Ausprägung gelangen konnten. Nun ist es augenscheinlich, daß, so lange es nur offen liegenden Honig gab, eine Rüsselverlängerung den diesen Honig auffuchenden Insekten keinerlei Vortheil gewähren konnte. Wohl aber konnte umgekehrt, auch so lange es nur kurzrüsselige Blumenbesucher gab, eine tiefere Lage des Nektariums den Pflanzen von wesentlichstem Nutzen sein, sofern sie eine reichlichere Ansammlung des Honigs ermöglichte und einen Schutz dieses kostbaren Anlockungsmittels gegen Regen mit sich brachte. Es kann daher kaum einem Zweifel unterliegen, daß die ersten und einfachsten Vergungen des Honigs unter einem Schuttdache von Härchen, wie bei *Geranium* und *Malva*, oder in den Grund eines durch Verwachsung der Blumenblätter gebildeten kurzen Röhrchens, wie bei *Veronica hederifolia* u. a., oder in die tiefsten Winkel einer bei trübem Wetter sich weiter zusammenschließenden offenen Schale von Blumen und Kelchblättern, wie bei vielen *Asineen*, der ersten Steigerung der Rüssellänge der Blumenbesucher vorausgegangen sein muß.*) Und zwar muß es, da Blumenhonig den Pflanzen nur mittel-

*) Ebenso unabweisbar wie diese Schlussfolgerung, ebenso unhaltbar ist die Ansicht derjenigen Botaniker, welche die „Saftdecken“ ausschließlich als Schutzmittel des Honigs gegen kurzrüsselige Besucher gelten lassen wollen, wie *Delapino* (*Ulteriori osservazioni* II. p. 109) und *Kerner* (*Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste* S. 38, Anm. 2). Beide haben eben nur weit höher ausgebildete Blumen im Sinne, deren Honig schon auf andere Art gegen Regen geschützt ist, und bei denen dann in der That die Saftdecke nur als Schutzmittel des Honigs gegen kurzrüsselige Besucher dient.

bar durch Anlockung der Kreuzungsvermittler nützlich ist, die von den ursprünglichen kurzrüsseligen Besuchern selbst geübte Blumenwahl gewesen sein, welche die angegebenen Vergungen des Honigs, wo sie als individuelle Abänderungen auftraten, als bleibende Eigenschaft gezüchtet hat. In regnerischen Witterungsperioden mußte sich ja ganz natürlich die Auswahl der honigsuchenden Insekten von den dem Regen schutzlos preisgegebenen Honigblumen ab und denjenigen zuwenden, deren Honig durch Regen unberührt blieb. Und in jeder Witterung mußten wenigstens die bereits blumenstet gewordenen d. h. mit ihrem Nahrungsbedarf auf die Blumen beschränkten Besucher in Vertiefungen zurückgezogene, honigreichere Nektarien den offen liegenden, nur eine flache adhärirende Honigschicht darbietenden vorziehen — vorausgesetzt natürlich, daß sie dieselben leicht genug aufzufinden vermochten! Wurde diese Voraussetzung nicht erfüllt, traten vielleicht sogar individuelle Abänderungen mit solcher Vergung des Honigs auf, daß derselbe der Auffindung ganz entging, so war natürlich aller Schutz gegen Regen, alle reichlichere Anhäufung des süßen Raß ganz vergeblich, und die bezeichneten Abänderungen hatten ebenso wenig Aussicht, von honigeifrigen Insekten ausgewählt und durch Kreuzung vermehrt zu werden, als etwaige völlig honiglose Concurrenten. Nur in dem Falle konnte daher, mußte dann aber auch, völlig geborgener Honig die bevorzugte Auswahl gerade der honigbesoffensten Insekten an sich fesseln und dadurch den Blumen noch weit nützlicher werden, als der ursprüngliche allgemein zugängliche, offene Honig, wenn gleichzeitig mit der Vergung ein den einsichtigeren Blumengästen auf den ersten Blick verständliches Kennzeichen des Nektariums auftrat.

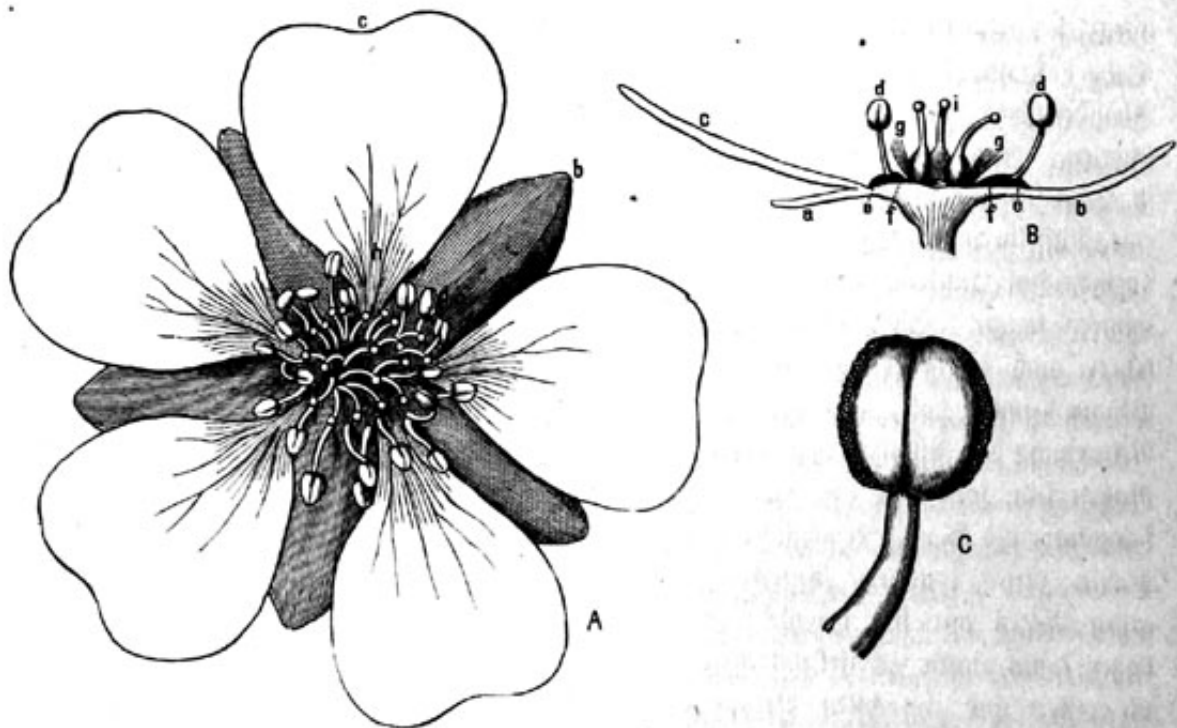


Fig. 6. Eine einfache, offene, regelmäßige Blüthe, welche außer einem Nektarium auch bereits Safthalter, Saftdecke und Saftmal in einfachster Ausbildung erlangt hat (*Potentilla minima*).

A Blüthe gerade von oben gesehen (7 : 1). B Längsschnitt durch dieselbe. C Oberer Theil eines Staubgefäßes, Staubbeutel seitlich aufgesprungen (35 : 1). a Aeußerer, b innerer Kelchzipfel, c Blumenblatt, d Staubgefäß, e gelb gefärbter, fleischiger Ring, welchem die Staubgefäße aufsitzen und welcher zugleich den Honig absondert (Saftdrüse Sprengel's Nektarium), f nach innen abfallende, orangefarbene Fläche des fleischigen Ringes, welche sich mit einer Honigschicht bedeckt (Safthalter Sprengel's), g Ring von Haaren, welche den Honig schützend überdecken (Saftdecke Sprengel's), h orangefarbener Fleck an der Basis jedes (goldgelben) Blumenblattes, welcher auf den versteckten orangefarbenen Safthalter hinweist (Saftmal Sprengel's), i Stempel.

Beim Auftreten geeigneter Abänderungen konnte es also nicht ausbleiben, daß die gemischte Gesellschaft kurzrüsseliger Insekten, nachdem sie sich selbst in den Blumen regelmäßig fließende Honigquellen (Nektarien oder Saftdrüsen) gezüchtet hatten, sich auch tiefere Behälter des Honigs (Safthalter), Schutzmittel derselben gegen den Regen (Saftdecken) und gleichzeitig leicht sichtbare Kennzeichen des geborgenen Honigs (Saftmale) züchteten — aber freilich nicht mehr mit gleichmäßiger Betheiligung an der Blumenzüchtung, und nicht, ohne damit eine Sonderung der Blumenbesucher in kurzrüsselige und langrüsselige, der Blumen in allgemein zugängliche und beschränkteren Besucherkreisen angepaßte

anzubahnen. Denn wie sich von selbst versteht, gehört ein gewisser Grad von Einsicht dazu, um aus lebhaft gefärbten Flecken oder Linien, welche nach bestimmten Stellen zusammenlaufen, auf dort geborgen liegenden Honig zu schließen, ein Grad von Einsicht, zu dessen Gewinnung außer einer ganz auf die Blumen concentrirten Aufmerksamkeit die oft wiederholte gleichzeitige Erregung zweier Vorstellungen, nämlich derjenigen lebhaft gefärbter Zeichnung und derjenigen geborgenen Honigvorraths, nothwendige Vorbedingung ist. Und wie sich ebenfalls von selbst versteht und durch die Beobachtung blumenbesuchender Insekten tausendfach bestätigt wird, haben die unsteten, mehr zufälligen Blumen-

besucher diesen Grad von Einsicht nicht erlangt, sondern ausschließlich blumenstete, honigeifrige, wenn auch dabei kurzrüsselige Insekten. Aus der bunten Gesellschaft aller möglichen kurzrüsseligen Insekten sind also durch ihre Bevorzugung geborgener, honigreicherer Nektarien die zwar ebenfalls noch kurzrüsseligen, aber bereits blumenstet gewordenen als eine besondere Blumenzüchtergesellschaft herausgetreten und haben sich, zunächst in einfachen, offenen, regelmäßigen Blumen, reichlicher fließende, gegen den Regen geschützte Honigquellen zu ihrer alleinigen Ausnutzung gezüchtet. Obgleich sie nun dieselben auch mit ihren ursprünglichen kurzen Rüsseln noch zu entleeren vermochten (man vergleiche die vorangehende Abbildung), so verursachte ihnen doch das Hinabzwängen des ganzen Kopfes zwischen eng an einanderliegenden Theilen hindurch nach dem geborgenen Honige hin unvermeidlich soviel Unbequemlichkeit und Zeitverlust, daß alle etwa auftretenden, etwas langrüsseligeren Abänderungen im Wettkampfe um das Dasein in bedeutendem Vortheile waren und über ihre kurzrüsseligeren Concurrenten den Sieg erringen mußten.

Durch ihre Züchtung geborgenen Blumenhonigs eröffneten also die blumensteten Insekten zugleich der Naturzüchtung die Bahn, ihre eigenen Rüssel zu verlängern, und es ist leicht einzusehen, daß derselbe ursächliche Zusammenhang, welcher die ersten Schritte von Honigbergung und Rüsselverlängerung leitete, auch weitere Schritte in derselben Richtung herbeiführen mußte.

Denn ebenso wie sich zuerst durch die verschiedenen Neigungen und Lebensgewohnheiten der verschiedenen Insekten ein Unterschied zwischen zufälligen und steten Blumenbesuchern ausgebildet hatte, ebenso mußte später aus demselben Grunde eine immer

reicher gegliederte Differenzirung der blumensteten Insekten in trägere und fleißigere, in langsamer und schneller arbeitende, in weniger oder mehr der Blumennahrung bedürftige erfolgen; und da die letzteren offenbar beständig in der lebhaftesten Concurrenz um die tiefsten und ergiebigsten Nektarien sich befanden, so mußte gerade bei ihnen jede Abänderung mit etwas gesteigerter Rüssellänge am meisten Aussicht haben, durch Naturauslese erhalten und in gleicher Richtung weiter ausgeprägt zu werden.

Ebenso ferner, wie es anfangs den Blumen vortheilhafter war, ausschließlich, aber um so eifriger, von blumensteten, als frei, aber weniger eifrig, von allen möglichen Gästen besucht zu werden, ebenso mußte es auf jeder weiteren Stufe der Blumenentwicklung die Wahrscheinlichkeit der Kreuzungsvermittlung erhöhen, wenn fleißigere, schneller arbeitende, der Blumennahrung in höherem Grade bedürftige und unter dem Einflusse dieser Eigenschaften durch Naturzüchtung langrüsseliger gewordene Insekten die ausschließlichen aber um so eifrigeren Besucher einer Blume wurden. So mußte denn in stufenweiser Steigerung Naturzüchtung die blumen-eifrigsten Insekten immer langrüsseliger, und die von den langrüsseligsten Insekten ausgeübte Blumenzüchtung die von ihnen bevorzugten Blumen immer langröhriker machen und damit auf einen immer engeren Kreis von Kreuzungsvermittlern und Blumenzüchtern beschränken.

Verschiedene Blumenfamilien bieten uns noch heute eine Stufenfolge verschiedener Röhrenlängen und dem entsprechend stufenweise mehr eingengter Besucherkreise dar, welche uns die auf einander gefolgten Schritte der Honigbergung und Rüsselverlängerung, die wir so eben im Allgemeinen uns klar zu machen versucht haben, im Einzelnen

veranschaulichen. Wir beschränken uns hier darauf, auf die Familie der Carnophyllen hinzuweisen. In dieser folgen auf die offenen Blüthen der Alsineen, deren Honig vorzugsweise von kurzrüsseligeren Gästen (Käsern, Blattwespen, unausgeprägtesten Bienen, besonders aber Fliegen), weit seltener von Faltern und der Honigbiene ausgebeutet wird, die Sileneen mit stufenweise gesteigerter Länge der Kelchröhren und stufenweise beschränkterem Besucherkreise. Z. B. zeigen die $2\frac{1}{2}$ Millimeter tiefen und am Eingange ebenso weiten Blumenglöckchen von *Gypsophila paniculata* noch dieselbe Mannigfaltigkeit verschiedenartiger Besucher, noch dasselbe Uebergewicht der kurzrüsseligen, aber in Folge des gesteigerten Honigvorraths, der erst durch seine tiefere Vergung ermöglicht worden ist, einen im Ganzen viel reichlicheren Besuch. *Lychnis flos cuculi* dagegen mit ihrer 6—7 Millimeter langen Kelchröhre gestattet den Genuß ihres reichen Honigvorraths außer unserer langrüsseligsten Schwebfliege (*Rhingia rostrata*) nur noch ausgeprägten Bienen und Schmetterlingen, die aber eben deshalb um so häufiger sich einsinden.

Wie bei *Lychnis flos cuculi*, so wird nun allgemein durch jede Steigerung der Röhrenlänge einer Blume ihr Besucherkreis mehr eingeengt und den übrigbleibenden langrüsseligsten Besuchern der Alleinbesitz des Honigs um so unbestrittener gesichert. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, daß diese, wenn sie die Wahl haben, die tieferen den weniger tiefen Blumenröhren vorziehen und von jeher vorgezogen haben. Die gesteigerten Röhrenlängen sind also die Züchtungsprodukte einer immer engeren Gesellschaft immer langrüsseligerer Insekten zu ihrem eigenen und dadurch erst mittelbar auch zu der Pflanze Vortheil.

Die Kelchröhre von *Lychnis flos cuculi*

brauchte nun sich nur noch einige Millimeter mehr zu verlängern, um auch *Rhingia* als die letzte der Fliegen, und sie brauchte nur ihren Eingang zu verengen, um auch die Bienen vom Honiggenusse auszuschließen und denselben ausschließlich noch den Schmetterlingen zu überlassen, wie es bei *Lychnis flos Jovis*, vielen *Silene*-, *Saponaria*- und *Dianthus*-Arten in der That der Fall ist.

So läßt sich in dieser wie in mehreren anderen Familien (z. B. *Grossulariaceen*, *Rubiaceen*, *Primulaceen* u. a.) der allmähliche Uebergang einfacher regelmäßiger Blumen von offenem zu immer tiefer im Grunde einer Röhre geborgenem Honig und von einem weiten Kreise mannigfachster kurzrüsseliger zu einem immer engeren, schließlich auf eine bestimmte Insektenform beschränkten Kreise immer langrüsseligerer Besucher selbst an den heute noch lebenden Arten fast Schritt für Schritt verfolgen, und von der bunten Gesellschaft ursprünglicher kurzrüsseliger Besucher werden wir unvermerkt zur Blumenzüchtung bestimmter Insektenformen, zunächst der Schmetterlinge, geführt.

III. Die Schmetterlinge als unbewußte Blumenzüchter.

Da die einzige Sorge und Arbeit der Schmetterlinge für die Ernährung und Sicherung ihrer Nachkommen in dem versteckten, oft durch eine Haar- oder Schleimdecke geschützten Ablegen der Eier an die gewohnte Pflanze besteht, so können und konnten sie von jeher die ganze Zeit, die ihnen im fertigen Zustande umherzuflattern vergönnt ist, dem Honiggenusse und der Liebe widmen und sich in einseitigster Weise der Gewinnung des Blumenhonigs und des Gatten anpassen. In der That sind ihre Mundtheile viel einseitiger als diejenigen der Bienen, welche dieselben außer zur Honiggewinnung auch zur Herstellung der Brutzellen ge-

brauchen, und als diejenigen der Schwebfliegen, die mit denselben sowohl Honig saugen als Pollen fressen, der Gewinnung tief geborgenen Honigs angepaßt. Denn das dünne, aus zwei Halbrinnen zusammengefügte Saugrohr, zu welchem sich ihre Kieferladen umgebildet haben, wird mit Leichtigkeit in weitere oder engere, gerade oder gekrümmte Blumenröhren hinabgesenkt, mittelst spitzer Hervorragungen an seinem Ende selbst zur Erbohrung und Gewinnung im Zellgewebe eingeschlossenen Saftes benutzt, und beim Nichtgebrauche zu einer zierlichen Rolle zusammengewickelt zwischen den emporstehenden Lippentastern geborgen. Nur Empiden, Conopiden und Bombyliden, die als Dipteren eben so wenig Brutversorgungsarbeit zu verrichten haben und als Nicht-Pollenfresser eben so einseitigen Gebrauch von ihren Mundtheilen machen, können, allein von allen blumenbesuchenden Insekten, auch an Einseitigkeit der Anpassung derselben mit den Schmetterlingen verglichen werden. Aber da sich bei ihnen die sämtlichen Mundtheile, die Unterlippe als Rinne, die übrigen als Borsten, gestreckt haben, so haben sie weder in so einfacher Weise eine Verlängerung, noch überhaupt eine so geschickte Vergung in der Ruhelage erlangen können, und sind in der im Wettkampfe um die Entleerung der tiefsten Honigbehälter entscheidenden Rüsselverlängerung nicht nur hinter den Schmetterlingen, sondern selbst hinter den Bienen weit zurückgeblieben. Höchst wahrscheinlich hat sich gleichzeitig mit der Rüssellänge der Schmetterlinge, in Folge ihrer einseitigen Vorliebe für Blumenhonig, auch ihr Geruchssinn und überdies, wenigstens bei den Tagfaltern, auch der Farbensinn außerordentlich gesteigert, sei es einfach durch die Wirkung des Gebrauchs, sei es durch Naturausslese der unterscheidungsfähigsten und dadurch in

der Gewinnung des Blumenhonigs begünstigsten Abänderungen; und ihr gesteigerter Farben- und Geruchssinn hat nicht verfehlen können, wiederum ihre Gatten- und Blumenwahl zu beeinflussen. Indem die Weibchen immer denjenigen Männchen den Vorzug gaben, die ihrem entwickelten Geruchssinn den angenehmsten Eindruck machten, veranlaßten sie die Ausbildung der mannigfaltigen Duftvorrichtungen, welche die Männchen in den entscheidendsten Momenten ihrer Liebeswerbung entfalten;*) ebenso veranlaßte bei den Tagfaltern die gegenseitige geschlechtliche Wahl die Ausbildung eines oft nach den Geschlechtern verschiedenen, oft aber auch durch Vererbung von einem Geschlechte auf das andere bei beiden gleichen farbenprächtigen Schuppenkleides, welches dann nicht selten aus einem Puzkleide durch Naturzüchtung nachträglich zu einem Schutz- oder Trugkleide**) umgebildet wurde. Und indem Männchen und Weibchen der Tagfalter bei ihrer Blumenwahl die ihnen angenehmsten Farben und Gerüche bevorzugten, züchteten sie Blumen, die sich durch prächtige Farben, oft mit zierlichen Zeichnungen, oder durch würzige Wohlgerüche oder durch beide Eigenschaften zugleich auszeichnen. Aber natürlich konnten sie als selbstständige Blumenzüchter überall erst dann auftreten, wenn die übrigen langrüsseligen Insekten (Bienen und Fliegen) vom Mitgenusse des Honigs und wesentlicher Mitbetheiligung an der Kreuzungsvermittlung ausgeschlossen waren. Bei der im Wesentlichen übereinstimmenden Geschmacksrichtung aller langrüsseligen Blumenbesucher war natürlich eine Ausschließung durch den Einen sympa-

*) Vgl. Kosmos. Bd. II. S. 38 flgde.

**) Ich gebrauche diese Ausdrücke im Sinne Jaeger's. Vgl. Kosmos I. S. 486 flgde.

thische, den Anderen antipathische Farben und Gerüche, wie wir sie bei den Ekelblumen kennen gelernt haben, nicht möglich; nur ein mechanisches Hinderniß konnte die übrigen langrüsseligen Gäste vom Genuße des Honigs abhalten und die Schmetterlinge in den Alleinbesitz desselben setzen. Ein Vergleich der Mundtheile der Schmetterlinge mit denjenigen der langrüsseligen Bienen und Fliegen ergiebt nun sofort, daß ursprünglich nur die Dünnhheit der Schmetterlingsrüssel, diese aber sehr leicht und durchgreifend, die Möglichkeit des Ausschließens aller Nicht-Schmetterlinge von Honigquellen, welche Schmetterlingen bequem zugänglich sind, gewähren konnte. Und in der That sehen wir die tiefgeborgenen Honigschätze mancher Blumen durch hinreichend enge Zugänge in den Alleinbesitz der Falter übergegangen, und diese allein mit dem Liebesdienst der Kreuzungsvermittlung betraut, die betreffenden Blumen also zu ächten „Falterblumen“ geworden. Ebenso aber wie sich aus dem großen Heere der Falter als langrüsseligste und blumeneifrigste Gruppe diejenige der Schwärmer hervorgehoben hat, ebenso haben sich von den Falterblumen gewisse Arten durch Verlängerung ihrer Honigbehälter den alle andern Insekten an Rüssellänge übertreffenden Schwärmern ausschließlich angepaßt und sich zu „Schwärmerblumen“ ausgebildet.

Alle Falterblumen sind natürlich auch den Schwärmern zugänglich, sofern nicht etwa ihre zu große Engigkeit diese am Zutritt hindert oder gar wie bei dem im Kosmos (Jahrg. II. Hft. 2. S. 178) von meinem Bruder Fritz Müller besprochenen *Hedychium*, in eine verhängnißvolle Falle lockt; aber die Schwärmerblumen sind den übrigen, kurzrüsseligeren Faltern unzugänglich und bilden somit eine besondere Klasse von Blumen, die sich vor allen

übrigen ebenso durch die Länge, wie die Falterblumen durch die Engigkeit ihrer Zugänge zum Honige auszeichnen. Wir fassen als die ursprünglicheren zunächst die Falterblumen ins Auge und suchen uns ihre Entstehung an bestimmten Beispielen klar zu machen.

Wenn eine *Lychnis*art von der Röhrenlänge und -Weite, überhaupt von der ganzen Blütheneinrichtung unserer *Lychnis flos eucnli*, die, wie wir sahen, von Schmetterlingen, Bienen und unserer langrüsseligsten Schwebfliege (*Rhingia rostrata*) recht häufig besucht wird, ihren Verbreitungsbezirk in Gegenden ausdehnte, in denen, wie z. B. in der alpinen Region, die Schmetterlinge an Häufigkeit in Vergleich zu den übrigen Blumenbesuchern sehr bedeutend zunähmen, so müßte es offenbar von erheblichem Vortheile für sie sein, ein bevorzugter Liebling der Schmetterlinge zu werden. Diesen aber würden, unter übrigens gleichen Umständen, natürlich diejenigen Blumen am liebsten sein, die ihnen den Honig zum alleinigen Genuße verwahrten. Träten also Abänderungen mit engeren, dieses bewirkenden Röhren auf, so würden dieselben von den Schmetterlingen vorzugsweise ausgewählt und als bleibende Form gezüchtet werden. Die vorher noch einem gemischten, wenn auch bereits engen Besucherkreise zugängliche *Lychnis* würde dadurch zur Falterblume werden.

Genau dasselbe, was wir hier als möglich annehmen, scheint sich an den Stammeltern von *Lychnis flos Jovis* thatsächlich vollzogen zu haben. Denn so gewiß in der ganzen Familie der *Caryophyllen* die Entwicklung von offenen zu röhrigen Blumenformen fortgeschritten ist, so gewiß sind die Blumen der näheren oder entfernteren Stammeltern auch von *Lychnis flos Jovis* einem gemischten Besucherkreise zugänglich gewesen.

Sie selbst aber treffen wir in den schmetterlingsreichen Thälern der Hochalpen mit so verengtem Bütheneingange, daß nur noch Schmetterlinge bequem zu ihrem Honige gelangen können (Hummeln höchstens durch mühsames und unbequemes Hineinzwängen des Rüssels). Und in der That fand ich

sie im Suldenthale am Fuße des Ortler (bei St. Gertrud, 22. Juli 1875), abgesehen von einer pollenfressenden Fliege (*Eristalis tenax*), nur von Tagfaltern (*Colias Phicomone*, *Argynnis Aglaja*, *Polyommatus hippothoe* var. *eurybia*), von diesen aber in Mehrzahl besucht.

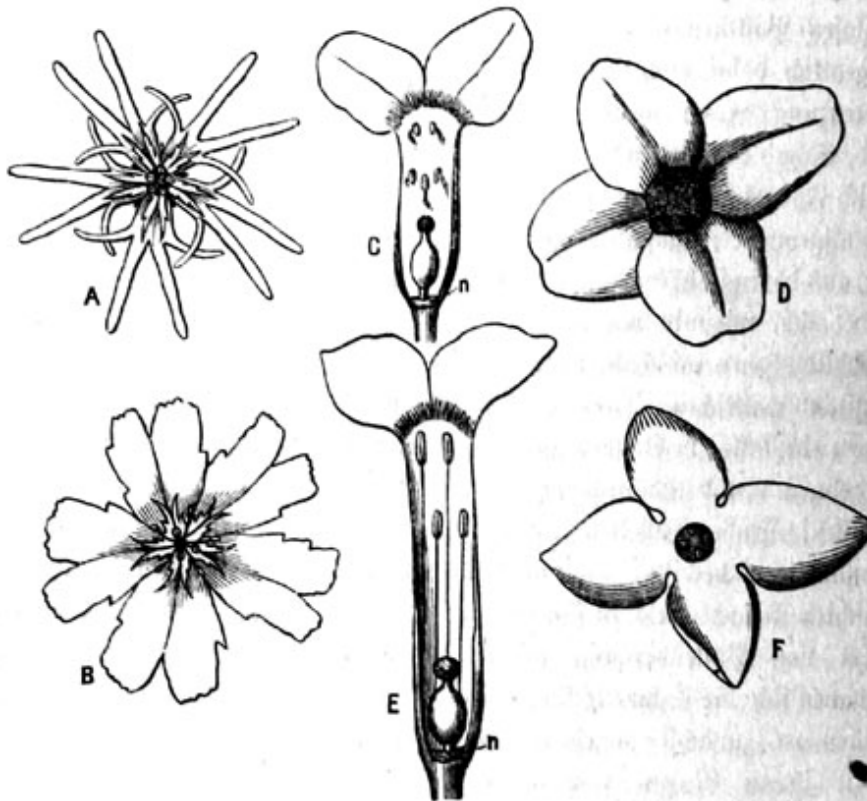


Fig. 7. Uebergang von einem gemischten Besucherkreise zugänglichen Blumen zu Tagfalterblumen.

A *Lychnis flos eucali*, deren Honig außer von Schmetterlingen auch von Bienen und den langrüsseligsten Schwebfliegen ausgebeutet wird. B *Lychnis flos Jovis*, deren Honig nur noch von Schmetterlingen ausgebeutet wird. C D *Daphne Mezereum*, von Schmetterlingen, Bienen und Fliegen besucht. E F *Daphne striata*, nur noch von Schmetterlingen besucht. n Nektarium.

Ebenso mag aus einer *Daphne*-form der Ebene oder niederen Berggegend, welche, wie unser *D. Mezereum*, von Schmetterlingen, Bienen und Fliegen besucht wurde, in der alpinen Region von den Schmetterlingen die durch weit längere und engere Blumenröhren und ungemein würzigen Wohlgeruch ausgezeichnete *D. striata* gezüchtet worden sein, deren Honig in Folge des engen Blüthen-

einganges (Fig. 7) nur noch Schmetterlingen zugänglich ist, und die ich in der That ausschließlich von Schmetterlingen besucht fand.

Wie in diesen, so haben sich die Schmetterlinge in allen Fällen, wo sie die entscheidende Rolle spielten, ihre Lieblingsblumen beim Eintreten geeigneter Abänderungen so eng-röhrig gezüchtet, daß sich andere Besucher vom

Mitgenüsse des Honigs ausgeschlossen sehen. Den Blütenstaub dagegen haben sie, da sie für sich selbst ja keinen Gebrauch von demselben machen, natürlich auch bei ihrer Blumenauswahl nicht berücksichtigt, und auch Naturzüchtung hat seine offene Lage bei Falterblumen wohl kaum je beseitigen können, da der Schaden, welchen Pollen suchende Insekten durch nutzlosen Pollenraub wohl anstiften, durch gelegentlich dabei auch von ihnen vermittelte Kreuzung gewiß mehr als aufgewogen wird, Schutz des Pollens gegen Regen aber sicherlich Falterblumen nicht nöthiger ist, als er den allgemeiner zugänglichen Blumen nöthig war, aus denen sie hervorgegangen sind. Daher findet sich, wie wir uns an den vorstehenden Abbildungen veranschaulichen können, der Blütenstaub wahrscheinlich nur bei solchen Falterblumen ebenfalls im Innern der Blumenröhre geborgen und dadurch der Einwirkung pollenfressender Insekten entzogen, deren Stammeßtern bereits, als sie noch einen gemischten Besucherkreis an sich lockten, dieselbe Art von Pollenbergung besaßen. Gezüchtet haben sich die Schmetterlinge (von den Schwärmern zunächst abgesehen) unmittelbar zu ihrem Nutzen nur die für alle Falterblumen charakteristischen engen Zugänge zum Honig, zu ihrem Vergnügen aber und erst mittelbar, als Erkennungszeichen ihrer ausgewählten Lieblinge, auch zu ihrem Nutzen, die ihnen am meisten zusagenden Farben und Gerüche.

Überall mußte sich natürlich ihre selbstständige Blumenzüchtung an die Züchtungsprodukte des gemischten Besucherkreises anknüpfen, aus welchem sie hervortraten. Die engen Honigzugänge kamen daher in verschiedenen Familien von verschiedenen Ausgangspunkten aus in sehr verschiedener Weise zu Stande. Bei den Cruciferen z. B. mußten sich die getrenntblättrigen, ursprüng-

lich offenen Blüten durch Aufrichten und Aneinanderschließen der Kelchblätter erst zu einer röhrligen Form umgebildet und auf einen engeren Besucherkreis beschränkt haben (wie es z. B. bei *Cardamine pratensis* und in erhöhtem Grade bei *Hesperis matronalis* der Fall ist*), ehe beim Auftreten weiterer Abänderungen die Schmetterlinge sich als selbstständige Blumenzüchter bethätigen und eine Falterblume (wie *Hesperis tristis*) erzielen konnten. Welche Umbildungen die ursprünglich getrenntblättrigen, völlig offenen und allgemein zugänglichen Blüten der Caryophyllen erlitten haben, ehe aus dem immer enger gewordenen Besucherkreise die Schmetterlinge selbstständig hervortreten und durch Auswahl mit noch engeren Kelchröhren versehener Abänderungen Falterblumen, wie so manche *Thymis*-, *Silene*-, *Saponaria*-, *Dianthus*arten, züchten konnten, ist bereits weiter oben kurz angedeutet worden. Am leichtesten mußte sich natürlich eine geeignete Ausgangsform für erfolgreiche Weiterzüchtung durch Schmetterlinge allein ergeben, wenn schon zur Zeit der gemischten Besuchergesellschaft eine einfache offene Blumenröhre vorhanden war, wie z. B. bei *Daphne* und *Primula*, oder eine honighaltige Ausfackung, ein sogenannter Sporn, wie bei manchen Orchideen; denn es bedurfte dann nur noch einer Verengerung dieser Behälter oder auch nur ihres Einganges. Aber selbst völlig offene Honigabsonderung auf weit auseinander gebreitet bleibenden Blumenblättern hat der Züchtung enger, nur den Schmetterlingen zugänglicher Honigröhren keine unüberwindlichen Schwie-

*) An *Cardamine pratensis* fand ich 4 Schmetterlinge, 5 langrüßelige Fliegen und 6 Bienen honigsaugend, an *Hesperis matronalis* außer Schmetterlingen nur noch unsere langrüßeligste Schwebfliege *Rhingia rostrata*.

rigkeiten entgegengesetzt, wie uns z. B. *Lilium Martagon* und *bulbiferum* beweisen.

Das auf der Mittellinie der Basis der Perigonblätter ursprünglich, wie z. B. bei *Lloydia*, völlig offen gelegene Nektarium hat sich bei diesen Lilienarten zu einer langen honigabsondernden Rinne gestaltet, die durch das Zusammenneigen ihrer Ränder und einen dichten Besatz von Härchen völlig gedeckt und zu einer in der That nur Schmetterlingen zugänglichen Honigröhre geworden ist.

Im Besitze einer für die übrigen Blumenbesucher zu engen, honighaltigen Röhre oder eines für dieselben zu engen Zuganges zum Honig stimmen sämtliche Falterblumen überein, in Bezug auf die Tageszeit aber, in welcher sie aufblühen, duften und in die Augen fallen, sind sie, je nach der Lebensgewohnheit ihrer Züchter, eben so verschieden wie diese, so daß sie sich im Allgemeinen in Tagfalterblumen und Nachtfalterblumen unterscheiden lassen. Die ersteren sind von den letzteren durch bunte Farben ausgezeichnet, welche natürlich, da sie nur bei Tage wirken und gezüchtet werden können, den Nachtfalterblumen fehlen oder höchstens als Erbstücke von tagblüthigen Stammeltern her zukommen. Von anderen Tagblumen zeichnen sich die von den Tagfaltern gezüchteten bisweilen durch zierlich vertheilte, besonders gefärbte Punkte aus (z. B. *Dianthus*-Arten *Gymnadenia conopsea*, *Orchis globosa* und *ustulata*), die auf den ausgebildeteren Farbensinn ihrer Züchter hinweisen. Im Uebrigen lassen sich die Tagfalterblumen nach ihrer Farbe, wie nach ihrer Entstehung in zwei scharfgesonderte Gruppen unterscheiden, je nachdem sie von den Tagfaltern von unten herauf gezüchtet oder erst nachträglich aus bereits ausgeprägten Bienen- oder Hummelblumen zu Tagfalterblumen umgeprägt worden sind. Alle diejenigen

Blumen nemlich, welche schon von dem Stadium an, als sie noch einem gemischten Besucherfreise zugänglich waren, von Tagfaltern allein weiter gezüchtet worden sind, zeichnen sich, soweit sie der Deutschen und Schweizer Flora angehören, durch sanfter oder lebhafter rothe Farbe aus. Es gilt dies von *Lychnis diurna*, *flos Jovis* u. a., *Dianthus*-Arten, *Silene acaulis*, *Saponaria ocymoides*, *Primula farinosa*, *longiflora*, *integrifolia*, *villosa*, *minima*, *Anacamptis pyramidalis*, *Orchis globosa*, *ustulata*, *Nigritella angustifolia* und *Lilium bulbiferum*. Alle diese sind von rosenrother oder lebhaft purpurrother, nur *Lilium bulbiferum*, die Feuerlilie, ist von feuerrother Farbe. Die meisten dieser Beispiele (etwa $\frac{9}{10}$) gehören der Alpenflora an, in welcher die Tagfalter relativ viel häufiger sind und daher auch als Blumenzüchter eine viel bedeutendere Rolle spielen, als in der niederen Berggegend und noch mehr als in der norddeutschen Tiefebene, die in der That wohl nur einige Sileneen und, an der Nordgrenze sporadisch auftretend, die in den Alpen verbreitetere *Primula farinosa* als Tagfalterblumen aufzuweisen hat. Es ist nun gewiß nicht bloß zufällig, daß von den Tagfaltern, welche auf den Alpen als die häufigsten Blumenbesucher auftreten, die meisten selbst lebhaft roth gefärbt sind (zahlreiche *Argynnis*- und *Melitaea*-, mehrere *Polyommatus*- und *Vanessa*-Arten,*) und daß gerade lebhaft roth gefärbte Blumen mit ganz entschiedener Vorliebe von diesen selbst lebhaft roth gefärbten Faltern besucht werden. So sah

*) Ueber die Blumen züchtenden Tagfalter der Ebene habe ich mir, bei der außerordentlichen Schmetterlings-Armuth der westfälischen Ebene, ein bestimmtes Urtheil nicht bilden können, doch scheinen mir auch da neben den Weißlingen Arten der genannten Gattungen zu den blumeneifrigsten zu gehören.

ich z. B. *Lilium bulbiferum* (im Suldenthale am Fuße des Ortler, im Juli 1875) ausschließlich von den feuerrothen Arten *Argynnis Aglaja*, *Polyommatus Virgaureae* und *P. hippothoë* var. *eurybia*, von diesen aber so häufig besucht, daß oft mehrere zugleich in derselben Blüthe saßen; deren Gleichfarbigkeit ihnen zugleich den Schutz der Unsichtbarkeit gewährte. Die orangefarbenen Compositen *Crepis aurea*, *Hieracium aurantiacum*, *Senecio abrotanifolius*, sind bei sonnigem Wetter ein wahrer Tummelplatz der feuerrothen Tagfalter. Selbst an lebhaftrothen *Rumex*-früchten sah ich (im Suldenthale) die beiden genannten Feuerfalter (*Polyommatus*) und *Argynnis pales* sehr wiederholt ausfliegen, an den zahllosen blauen Blumenköpfen der alpinen *Phyteuma*-Arten dagegen die Bläulinge (*Lycæna*) mit unverkennbarer Vorliebe sich herumtreiben. Nach diesen und manchen ähnlichen Beobachtungen bin ich sehr geneigt zu glauben, daß dieselbe Vorliebe der Tagfalter für gewisse Farben, welche sich in dem von ihnen durch geschlechtliche Auslese gezüchteten eigenen Puzkleide ausdrückt, auch ihre Blumenauswahl und dadurch mittelbar die Farbe der Tagfalterblumen bestimmt hat, wie ja auch zwischen den Gerüchen der Schmetterlinge und der von ihnen gezüchteten Blumen überraschende Ähnlichkeiten vorkommen (Vgl. Kosmos, Bd. III. S. 187. „Blumen der Luft“). Daß es in anderen Ländern auch anders gefärbte Tagfalterblumen gibt (als blaue Tagfalterblume ist mir z. B. *Asperula azurea* bekannt geworden), steht mit meiner Vermuthung in keinem Widerspruch. Denn nach derselben könnten ja z. B. in einer Gegend Bläulinge die entscheidende Rolle gespielt und sich blaue Tagfalterblumen gezüchtet haben.

Was die zweite oben angeführte Klasse von Tagfalterblumen betrifft, so bietet in der That die Alpenflora zwei, wie mir scheint, ganz unzweideutige Beispiele von Blumen dar, welche aus ausgeprägten Bienen- oder Hummelblumen erst nachträglich zu Tagfalterblumen umgeprägt worden sind, nämlich *Rhinanthus alpinus* und *Viola calcarata*.*) Eine mit unserem Hahnenkamm (*Rh. crista galli*) im Wesentlichen übereinstimmende, wie diese von Hummeln gezüchtete und ausschließlich von Hummeln besuchte und befruchtete *Rhinanthus*-form, wie sie die Stammeltern des *Rh. alpinus* ohne Zweifel besessen haben werden, mußte beim Vorrücken in die schmetterlingsreichere subalpine und alpine Region auch den an allen möglichen Blumen herumprobirenden Tagfaltern den Zutritt zu ihrem Honige gestatten; aber nur diejenigen Tagfalter konnten ihr auch als Kreuzungsvermittler dienen, welche Narbe und Pollen mit ihrem Rüssel berührten, die also denselben in den obersten Theil des Blütheneinganges, dicht unter der Narbe her und zwischen den Staubbeuteln hindurch, in die Blüthe senkten.**)

*) Da die Blütheneinrichtungen beider bereits in früheren Aufsätzen (*Nature* vol. XI. p. 110 figde. u. vol. XIII p. 289 figde.) von mir eingehend beschrieben und abgebildet sind, so beschränke ich mich hier auf eine kurze Andeutung ihrer muthmaßlichen Entstehung.

**) Was ich hier für die Stammeltern von *Rhinanthus alpinus* als beim Emporrücken auf die Alpen unausbleiblich voraussetze, habe ich bei unserem *Rh. crista galli* var. *minor* in Meereshöhen von 1800—2400 Meter thatsächlich beobachtet. Ein Bläuling, *Lycæna argus*, flog wiederholt auf Blüthen von *Rh. minor* an und streckte von oben kommend den Rüssel durch die obere kleine Oeffnung dicht unter der Narbe in die Blüthe, *Erebia melampus* saugte durch dieselbe Oeffnung. *Plusia Hohenwartii* dagegen, die sehr behend und andauernd

in dieser Weise verfahrenen Tagfalter konnten als alleinige Kreuzungsvermittler auch allein eine züchtende Wirkung ausüben, und sie übten diese Wirkung aus, indem sie solche Abänderungen der *Rhinanthus*-Blumen bevorzugten, welche ihnen im obersten Theile des offenen Spaltes der Oberlippe den bequemsten Eingang für ihre Rüssel darboten. So züchteten sie sich über der zunächst noch offen bleibenden Hummelthüre eine hervorstehende, durch zwei divergirende blaue Seitenläppchen leicht sichtbare *) und bequem zugängliche besondere Thüre für ihren langen dünnen Rüssel. Der subalpine *Rhinanthus alectorolophus* ist auf dieser merkwürdigen Stufe gleichzeitiger Anpassung an zwei so verschiedene Besucherkreise wie Hummeln und Tagfalter stehen geblieben, entsprechend der in dieser Region ungefähr gleichen Häufigkeit beider. Wo aber die Tagfalter an Häufigkeit der Kreuzungsvermittlung und damit an Einfluß auf die Züchtung das entschiedene Uebergewicht erlangten, da hatten natürlich diejenigen Abänderungen, welche den Tagfaltern allein den Honig aufbewahrten, die an *Rhinanthus minor* saugte, führte den Rüssel regelmäßig durch die Hummelthüre in die Blüthen ein. Wäre diese geschlossen und die obere kleine Oeffnung, wie bei *Rh. alpinus*, weiter vorgestreckt und durch ausgebreitete Seitenflügel bequem zugänglich, so würde *Plusia Hochenwartii* im Heuthale am Bernina wahrscheinlich der wirksamste Kreuzungsvermittler von *Rh. minor* sein, während sie ohne diese Anpassungen ihr nur ein nutzloser oder vielmehr durch Honigraub direkt schädlicher Gast bleibt.

*) Man könnte in der blauen Farbe dieser von den alpinen Tagfaltern gezüchteten Seitenläppchen einen Einwand gegen ihre so eben behauptete Vorliebe für Roth erblicken. Dieser Einwand wird aber hinfällig, wenn man bedenkt, daß in diesem Falle die Tagfalter völlig ausgeprägte gelbe Blumen vorfinden und daß von solchen gerade blaue Lappchen sich am schärfsten abheben.

meiste Aussicht, zur Kreuzungsvermittlung ausgewählt und dadurch als dauernde Form ausgeprägt zu werden. Hier konnte also — und mußte, beim Auftreten geeigneter Abänderungen — eine *Rhinanthus*-form mit geschlossener Hummelthür und allein geöffneter Falterthür gezüchtet werden, wie sie uns *Rhinanthus alpinus* darstellt.

In ähnlicher, aber weit einfacherer Weise, nämlich durch einfache Spornverlängerung, ist vermuthlich aus *Viola tricolor* oder einer im Wesentlichen der Blütheneinrichtung mit ihr übereinstimmenden Art beim Vorrücken in die alpine Region *Viola calcarata* gezüchtet worden.

Natürlich hatte die züchtende Thätigkeit der Insekten da, wo es sich um schon fest ausgeprägte und bestimmte, ganz abweichenden Insektenklassen eng angepasste Blumenformen handelte, einen nur sehr engen Spielraum, und es ist kaum auffallend, daß eine bestimmte Farbenliebhaberei der Tagfalter in den genannten beiden Fällen von Umzüchtung nicht zur Geltung gelangt ist.

Außer durch enge Honigröhren und lebhafteste Farben sind manche Tagfalterblumen durch einen starken, gewürzhaften Wohlgeruch ausgezeichnet, wie z. B. in der Ebene manche Nelken, in den Alpen das Chokoladenblümchen, *Nigritella angustifolia*, welches seine ungemeine Anziehungskraft für Schmetterlinge wohl zum großen Theile seinem vanilleähnlichen *) Dufte verdankt. Aber viele Tagfalterblumen sind fast geruchlos, und mehreren derselben, z. B. *Silene*

*) Auch unter den durch geschlechtliche Auswahl von den Tagfaltern gezüchteten Düften spielt Vanillegeruch eine wichtige Rolle. Unter andern wird z. B. der Duft, welchen das Männchen der prächtigen *Morpho Adonis* entwickelt, von meinem Bruder Friß Müller in einem Briefe an mich als vanilleartig bezeichnet.

aeaulis und *Saponaria oeymoides*, gelingt es trotzdem, durch lebhaft rothe Farben und dichtes Zusammendrängen zu größeren im Sonnenschein weithin leuchtenden Flächen einen kaum minder reichlichen Besuch von Tagfaltern an sich zu locken.

Eine ganz andere Wirkung haben Farben und Wohlgerüche im Halbdunkel des Abends und der Nacht. Nur helle Farben können da von weitem in die Augen fallen, nur sie können daher von Nachtfaltern gezüchtet werden. Sie können zwar, wenn sie in hinreichend großen Flächen auftreten, für sich allein genügen, den Blumen die Aufmerksamkeit ihrer nächtlichen Kreuzungsvermittler zuzuwenden; sie vermögen aber wahrscheinlich nicht, denselben einen eben so angenehmen Sinnesreiz zu gewähren, wie ihn die Tagfalter beim Anblick ihrer Lieblingsfarben offenbar genießen. Daher gibt es auch nur wenige Nachtblumen, welche ausschließlich durch große weiße Blüthenhüllen sich bemerkbar machen, wie z. B. unsere Baumwinde, *Convolvulus sepium*.*) In der Regel gesellt sich zur weißen oder blassen Farbe ein Wohlgeruch, der sich erst des Abends kräftig entwickelt. Auch das Aufblühen erfolgt bei vielen Nachtblumen ausschließlich oder vorwiegend des Abends, und es bedarf keiner besonderen Ausführung, wie die Nachtfalter selbst durch Auswahl der ihnen am meisten in die Sinne fallenden und den Honig zu ihrem ausschließlichen Genuß am besten verwahrenden Abänderungen sich blasse, erst des Abends kräftig zu duften beginnende, oder des Abends überhaupt erst aufblühende Blumen gezüchtet haben. Wo keine

*) *Convolvulus sepium* wird zwar auch von Taginsekten, namentlich von Bienen, gelegentlich aufgesucht, seine hauptsächlichsten Kreuzungsvermittler sind aber Nachtschmetterlinge, vor allem *Sphinx Convolvuli*.

im Halbdunkel weithin sichtbare Farbenabänderungen auftraten, welche von den nächtlichen Gästen hätten gezüchtet werden können, und starker Duft allein das Anlockungsmittel derselben bildete, da entzog sich wenigstens eine etwa ererbte lebhafte Farbe der weiterbildenden oder auch nur erhaltenden Wirkung der von den Kreuzungsvermittlern geübten Auswahl, und es konnten dann Blumenblätter, deren wesentlichster Lebensdienst ursprünglich die Augenfälligmachung der Blumen gewesen war, zu einer Unscheinbarkeit und Mißfarbigkeit herabsinken, wie sie uns mit dem Begriffe der Blumen bei der ersten Betrachtung fast im Widerspruche zu stehen scheint und z. B. bei *Hesperis tristis**) so unangenehm auffällt.

Wenn sich nun auch im Allgemeinen Tag- und Nachtfalterblumen durch die besprochenen Eigenthümlichkeiten leicht und sicher unterscheiden lassen, so fehlt es doch zwischen denselben eben so wenig an Zwischenstufen, als die Sonderung der Schmetterlinge nach ihrer Lebensgewohnheit, bei Tage oder bei Nacht zu fliegen, irgend wie eine scharfe ist. Während z. B. *Saponaria officinalis*, *Lychnis alba*, *Silene nutans* und *inflata*, *Platanthera bifolia* (*solstitialis* Boenninghaus) und *chlorantha* als ausgeprägte Nachtfalterblumen der deutschen Flora genannt zu werden verdienen, haben wir *Daphne striata*, *Gymnadenia conopsea*, *odoratissima*, *Crocus vernus* und *Lilium Martagon* als Zwischenstufen zwischen Tag- und Nachtfalterblumen zu betrachten.

Die beiden ersten der zuletzt genannten Arten schwanken völlig unentschieden zwischen dem Charakter der Tag- und der Nachtfalterblumen. *Daphne striata* nämlich kommt ziemlich gleich häufig und oft neben einander an demselben Standorte (z. B. im

*) *Nature* Vol. XII. p. 190 flgde.

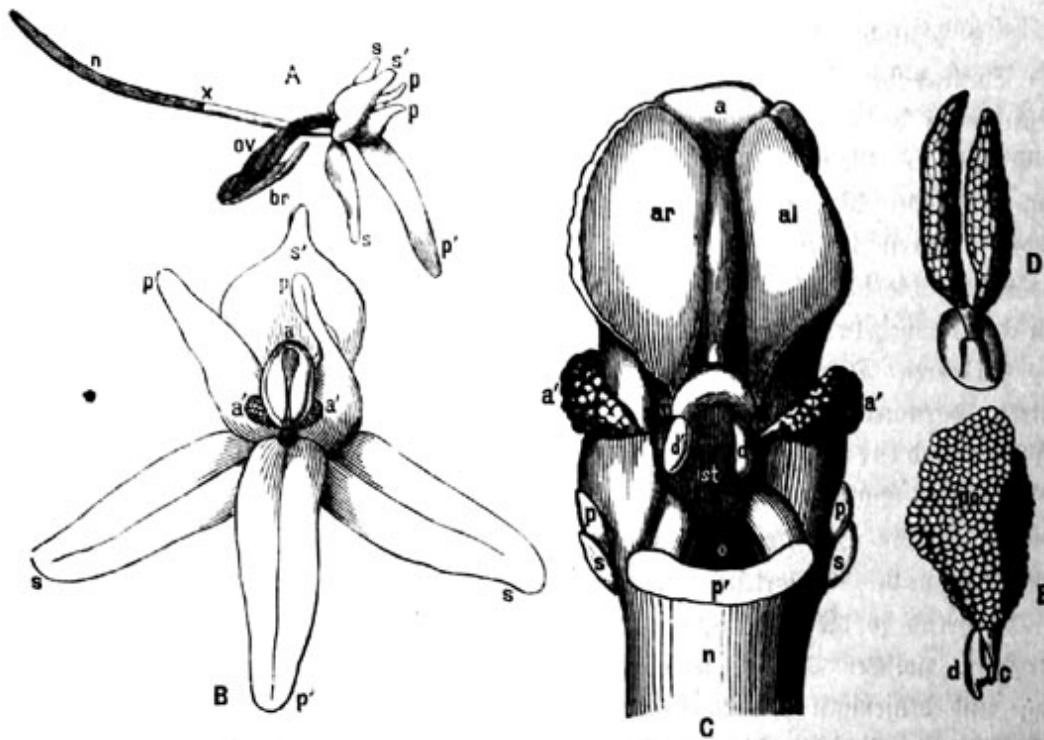


Fig. 8. Eine ausgeprägte Nachtfalterblume

Platanthera bifolia (solstitialis Boenninghaus) vom Weißenstein im Albulathale.

A Blüthe von der Seite gesehen (fast 2 : 1). B Dieselbe gerade von vorn gesehen (4 : 1). C Geschlechtsorgane nebst Sporneingang, gerade von vorn gesehen (fast 16 : 1). D E Staubkölbchen, nach vollendeter Drehung, nebst ihren Klebscheibchen (fast 16 : 1). br Blüthendeckblatt, ov Fruchtknoten, s s s' äußerer Kreis der Blüthenhüllblätter, p p p' innerer Kreis der Blüthenhüllblätter, n hohler Sporn, bis x mit Honig gefüllt, o enge Eingangsöffnung desselben, a Anthere, a' a' Antherenrudimente, ar rechte, al linke Antherentasche, po Staubkölbchen, c Stiel desselben, d Klebscheibchen von der Seite gesehen, d' dasselbe auf der Innenfläche, d² dasselbe auf der Außenfläche. Die Spornlänge variierte an dem angegebenen Standort von 13—21 Millimeter. Die weißen Blumen entwickeln des Abends kräftigen Duft. Der Sporn ist dann oft bis $\frac{3}{4}$ seiner Länge mit Honig gefüllt. Wenn nun Nachtschmetterlinge ihren Rüssel in den hohlen Sporn stecken, um dessen Honig zu gewinnen, so klettern sie dabei unvermeidlich die beiden auf der Innenfläche klebrigen Scheibchen (C, d d') an die Basis ihres Rüssels, nehmen beim Wegfliegen die diesen Klebscheibchen angehefteten Staubkölbchen (Fig. D E) mit sich und stoßen dieselben, nachdem sie die in Fig. E dargestellte Abwärtsdrehung gemacht haben, gerade gegen die Narben (st Fig. C) der nächstbesuchten Blüthen, wo dann ein Theil des Pollens haften bleibt.

oberen Theile des Scythales am Bernina) in allen Farbenabstufungen zwischen Rosenroth und Weiß vor, und wird nach meinen wiederholten Beobachtungen ziemlich gleich häufig von einigen Tagfaltern (*Colias Phicomone*, *Hesperia comma*, *Argynnis pales* und *euphrosyne*) bei Tage fliegenden Widderchen (*Zygaena exulans*) und von einigen Eulen (*Plusia gamma* und *Hochenwartii*) besucht und befruchtet. Obgleich nun meine Beobachtungen nur bei Tage gemacht

wurden, so unterliegt es doch wohl kaum einem Zweifel, daß die auch des Nachts fliegenden beiden Eulen die bei Tag und Nacht geöffneten und durch kräftigen gewürzhaften Wohlgeruch sich bemerkbar machenden Blumen der *Daphne striata* auch des Nachts besuchen werden, wahrscheinlich im Vereine mit manchen andern nur Nachts fliegenden Arten, und daß die bisweilen schneeweiße Farbe dieser Blume das Züchtungsproduct ihrer nächtlichen Gäste ist.

Eine ähnliche Ausdauer des Blühens und Duftens bei Tag und Nacht, ähnliche Abstufungen der Farben von Rosenroth bis Weiß und des Besucherkreises von nur bei Tage fliegenden bis zu nur bei Nacht fliegenden Faltern bietet *Gymnadenia conopsea* dar, die ich bei Tage in den Alpen von etwa zwanzig verschiedenen Tagfalterarten und mehreren Dämmerungs- und Nachtfaltern, darunter *Plusia gamma*, besucht fand, während George Darwin des Nachts an derselben Blume außer der nämlichen *Plusia gamma* noch drei andere, nur des Nachts fliegende Eulenarten fing.

Während so die beiden genannten Blumenarten zwischen den Eigenschaften der Tag- und denjenigen der Nachtfalterblumen noch völlig unentschieden hin- und herschwanken, neigen dagegen *Gymnadenia odoratissima* und *Crocus vernus* *) unverkennbar schon sehr stark nach der Seite der Nachtblumen hin. Denn sowohl die äußerst stark gewürzhalt duftende erstere, als der fast geruchlose letztere schwanke in der Farbe nur noch zwischen blassem Rosenroth und reinem Weiß, und dem scheint ihr Besucherkreis völlig zu entsprechen. Denn *G. odoratissima* fand ich, auch wo sie massenhaft stand, bei Tage doch nur sehr spärlich von einigen Nachtfaltern (*Mythimna imbecilla*, *Odezia chaerophyllata*, *Crambus colonnellus*) besucht, und die blassen Blumen von *Crocus vernus*, welche im tief eingeschnittenen Grunde des Heuthals am Bernina erst im Monat August am Rande des hier noch massenhaft liegenden Schnees zu blühen beginnen, saßte ich vom 4. bis 12. August

*) Das gilt in Bezug auf *Crocus vernus* wenigstens für das Heuthal am Bernina, den einzigen Standort, wo ich diese Art im Naturzustande zu beobachten bisher Gelegenheit hatte.

1877 alltäglich längere Zeit ins Auge, ohne einen einzigen Besucher zu beobachten. Gleichwohl fand ich beim Zergliedern einzelner Blumen Pollenkörner bis tief in die enge Röhre hinein befördert, wohin sie nur durch Schmetterlinge gelangt sein konnten, so daß wohl Nachtfalter hier thätig gewesen

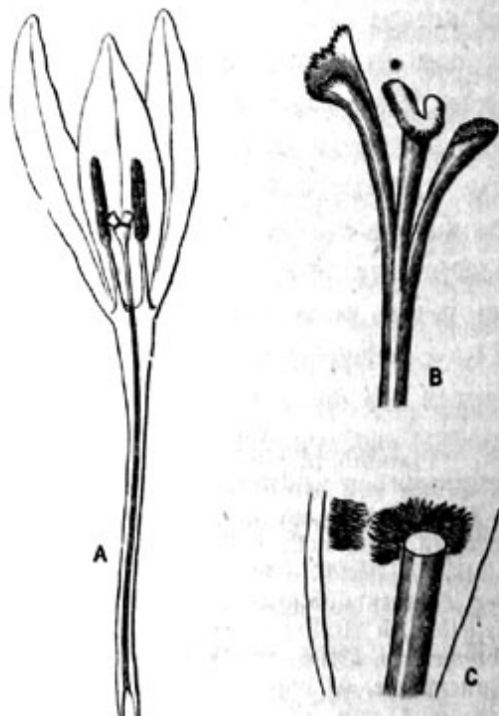


Fig. 9. Eine Zwischenstufe zwischen Tag- und Nachtfalterblumen, *Crocus vernus*.

A Blüthe in natürlicher Größe, nach Entfernung der vordern Hälfte der Blumenkrone. B Die drei Narbenäste (7 : 1). C Ein Stückchen der Saftdecke (7 : 1), sowie ein Staubfaden, an der Stelle, wo er sich von der Blumenkrone trennt, durchschnitten. Man sieht, wie sich die Behaarung zwischen zwei Staubfäden und in dem Winkel zwischen Staubfäden und Blumenkrone ausbreitet.

sein mußten. Ricca,*) welcher die Blüthen des *Crocus vernus* häufig und eifrig von Tagsschmetterlingen besucht fand, hat vermuthlich lebhafter gefärbte Abänderungen dieser Blume vor sich gehabt. Da übrigens Ricca, der bis jetzt allein über die Be-

*) Atti della Soc. It. di Scienze nat. Vol. XIII, fasc. III p. 254. 255.

fruchtungseinrichtung von *Crocus vernus* etwas veröffentlicht hat, die Blüthen irrthümlicher Weise als honiglos und trotzdem von Schmetterlingen häufig und eifrig besucht schildert, so will ich nicht unterlassen, sogleich an dieser Stelle seinen Irrthum zu berichtigen.

Die lange Blumentronenröhre des *Crocus vernus* enthält in der That Honig, der vom Fruchtknoten selbst abgesondert zu werden scheint und, da die enge Röhre vom Griffel selbst ausgefüllt wird, bis in das oben erweiterte Ende derselben emporsteigt. Die nur als Saftdecke zu deutenden Härchen machten mich zuerst auf die Anwesenheit des Honigs aufmerksam, den ich ebenso wie *Nicca* Anfangs übersehen hatte; darauf gelang es mir bald, ihn auf der Innenwand der der Länge nach offen gespaltenen Blumentronenröhre als farblosen Saft zu erkennen und sogar seine Süßigkeit zu schmecken.

Die Narben sind anfangs zwischen den Staubfäden eingeschlossen, so daß nur die Staubbeutel ihre pollensbedeckte Außenseite der Berührung der eindringenden Falterrüssel darbieten; erst später, wenn bei reichlichem Falterbesuche der Blüthenstaub bereits entfernt ist, treten die becherförmigen zerklüfteten Narben zwischen den Staubfäden nach außen hervor, so daß, wenn es an honigsuchenden Schmetterlingen nicht mangelt, stets ältere Blüthen mit dem Pollen jüngerer gekreuzt werden. Ebenso sicher erfolgt bei ausbleibendem Schmetterlingsbesuche Selbstbestäubung, da in diesem Falle die mit Pollen behaftet gebliebenen Staubbeutel die zwischen ihnen hervortretenden Narbenäste mit Pollen behaften.

Für die Abstammungslehre sind die so eben besprochenen Fälle von besonderem Interesse. Denn da uns als Vorstufen der

Falterblumen überhaupt nur Tagblumen bekannt sind, so haben wir uns alle Nachfalterblumen als aus Tagfalterblumen hervorgegangen vorzustellen und Uebergänge von den letzteren zu den ersteren als notwendige Durchgangspunkte voranzusetzen. Diese Voraussetzung findet nun durch die besprochenen Fälle ihre thatsächliche Begründung. Die Mannigfaltigkeit der in der jetzigen Blumenwelt noch fortlebenden Zeugen des vorausgesetzten Ursprunges aller Nachfalterblumen ist aber damit keineswegs erschöpft.

Während nämlich die besprochenen Zwischenstufen durch ihre Variabilität in denselben Merkmale, der Farbe, theils zwischen Tag- und Nachfalterblumen völlig unentschieden hin- und herschwanken, theils mehr nach der Seite der Nachtblumen hin neigen, giebt es andererseits Verbindungsglieder zwischen beiden Klassen von Falterblumen, die in bestimmter, nicht schwankender Ausprägung sich durch ihre Farbe als Tagblumen, durch ihr abendliches Aufblühen und erst am Abend kräftig hervortretenden Duft als Nachtblumen kennzeichnen und in der That sowohl bei Tage als bei Abend und Nacht von Faltern besucht und befruchtet werden. Außer *Orchis* (*Anacamptis*) *pyramidalis*, auf deren Doppelnatur bereits Darwin in seinem Orchideenwerke hingewiesen hat, verdient in dieser Beziehung noch der Türkenbund, *Lilium Martagon*, hervorgehoben zu werden. Obgleich derselbe seinen kräftigsten Duft erst des Abends entwickelt und erst dann durch denselben seine wirksamsten Kreuzungsvermittler, die Schwärmer, an sich lockt,*) so ist er doch noch hinreichend augenfällig gefärbt, um auch bei Tage die Aufmerksamkeit verschiedener Falter zu erregen und manche derselben zu andauernden Besuchen zu veranlassen. So sah ich seine

*) Nature Vol. XII. p. 50 figde.

Blüthen in den Alpen bei Tage von *Agrotis ocellina*, *Mythimna imbecilla*, *Zygaena transalpina*, *filipendulae*, *exulans*, *Ino statices*, *Colias Phicomone* und *Polyommatus hippothoe* var. *eurybia*, zum Theil ziemlich häufig, besucht und gelegentlich auch befruchtet, aber eine einzige *Macroglossa stellatarum*, die ich gegen Abend (in Mezerall in den Vogesen, 5. Juli 1874) wenige Minuten hindurch am Türkenbunde in Thätigkeit sah, befruchtete während dieser kurzen Zeit wahrscheinlich mehr Blüthen, als alle obigen Besucher zusammen genommen, so oft ich sie auch ins Auge gefaßt habe.

Mit ihrer schmutzig hellpurpurnen, dunkler gefleckten Blüthenhülle macht diese Lilienart durchaus den Eindruck, der Abkömmling einer wie *Lilium bulbiferum* feurig gefärbten Tagfalterblume zu sein, welche sich nachträglich der viel wirksameren Kreuzungsvermittlung der Schwärmer angepaßt und, dem züchtenden Einflusse der Falter entzogen, ihre lebhafteste Farbe eingebüßt hat. Sie ist aber auf halbem Wege stehen geblieben. Es ist den zuletzt als Blumenzüchter in Thätigkeit getretenen Schwärmern wohl gelungen, am Türkenbund sich in der Regel nach unten gekehrte Blumenformen zu züchten, deren Honigrinnen nur ihnen als freischwebend saugenden Schmetterlingen bequem zugänglich sind und die nur ihren nächtlichen Besuchern kräftigen Wohlgeruch spenden; aber sie sind, in Ermangelung geeigneter Abänderungen, weder im Stande gewesen, die früher von Tagfaltern gezüchtete lebhafteste Farbe hinlänglich zu beseitigen, noch diese ursprünglich alleinigen Besucher vom Genuße des Honigs auszuschließen. Sie müssen es sich daher gefallen lassen, die Honigbehälter oft von diesen entleert zu finden, was ihnen dann natürlich das eif-

rige Weiterarbeiten an derselben Blumenart verleidet und diese zum Nothbehelfe der Selbstbefruchtung zwingt.

Diese nur halbgelungene Blumenzüchtung der Schwärmer führt uns nun zur Betrachtung ihrer ganz gelungenen Züchtungsprodukte, d. h. der Schwärmerblumen, die zugleich mit der Beschränkung auf den engsten Besucherkreis die vollkommenste Sicherung der Kreuzungsvermittlung gewonnen haben. Wodurch gerade die Schwärmer besonders geeignet sind, ihren ausgewählten Lieblingen, die ihnen allein ihren Honig aufbewahren, den entscheidenden Vortheil regelmäßiger Kreuzung zuzuwenden, wird uns am deutlichsten in die Augen springen, wenn wir die Blumenarbeit der Tagfalter mit derjenigen der Schwärmer vergleichen.

Die Tagfalter betreiben ihre Blumenbesuche in leichter, tändelnder Weise, nicht als eine ernste Arbeit um den nöthigen Lebensunterhalt, sondern als die nächst der Liebeswerbung angenehmste Unterhaltung in den warmen Strahlen der Sonne. Die Blumen sind ihnen öffentliche Vergnügungsorte, die ihnen neben süßem Honiggenusse die beste Gelegenheit darbieten, ihre Prachtkleider zur Schau zu stellen und Liebesverhältnisse anzuknüpfen, die sie aber jeden Augenblick bereit sind, im Stiche zu lassen, sei es, um mit dem ersten besten Kameraden, der sich blicken läßt, sich jagend durch die Luft zu wirbeln, sei es, um einem in Sicht gekommenen Weibchen nachzuflattern oder einer eingebildeten Gefahr zu entfliehen. Ganz auf so unsichere, leichtfertige Gäste sich einzurichten, kann selbstverständlich nur für eine verhältnißmäßig geringe Zahl von Vergnügungsorten, die für dieselben eine ganz besondere Anziehungskraft haben, und zu denen dieselben daher doch immer wieder zurückkehren, ein lohnendes Geschäft sein. Daher ist die

Zahl der Tagfalterblumen im Vergleich zu der der Tagfalter vielmal kleiner, als z. B. die Zahl der Hummelblumen im Vergleich zu derjenigen der Hummeln, aber auch als die Zahl der Schwärmerblumen im Vergleich zu derjenigen der Schwärmer.

Dem wie an Rüssellänge, so sind an Schnelligkeit des Flugs und der Blumenbefruchtung die Schwärmer allen übrigen Insekten weit überlegen. Den vollen Eindruck von ihrer Leistungsfähigkeit kann man jedoch wohl nur auf den blumenreichen Alpenhöhen bekommen, wo einige Schwärmerarten am hellen Tage, selbst in der brennenden Mittagssonne, umherschwärmen, und, von dem Licht und der Wärme vielleicht noch zu erhöhter Lebensenergie angeregt, an dem die kahlen Flächen überkleidenden Blumentepich dicht von unseren Augen ihre erstaunlichen Leistungen ausführen.

Unter diesen günstigsten Umständen hatte ich in den Mittagsstunden des 22. Juli 1877 auf dem Albulapasse und den ihn umgebenden Höhen wiederholt das Glück, dem Schauspieler ihrer vollen Kraftentfaltung in nächster Nähe beizuwohnen. Ich sah da eine einzige *Macroglossa stellatarum* in wenigen Minuten an mehreren hundert Blüthen von *Primula integrifolia* und dazwischen an einzelnen von *Viola calcarata* freischwebend saugen. Eine zweite besuchte in ebenso kurzer Zeit hunderte von *Gentiana bavarica* und *verna* und *Viola calcarata*, dazwischen einzelne *Gentiana excisa*. Eine dritte und vierte hielten sich an *Primula integrifolia* und verweilten in der Regel noch nicht einmal ganz eine Secunde an einer einzelnen Blüthe, wahrscheinlich weil die meisten Blüthen ihres Honigs bereits entleert waren; denn an manchen verweilten sie freischwebend und saugend mehrere Secunden. Außer mehreren hundert *Primula integrifolia* saugten sie da-

zwischen einzelne *Pr. farinosa* und *Viola calcarata*. Eine fünfte verfolgte ich mit der Secundenuhr in der Hand; sie besuchte in nicht ganz 4 Minuten 108 Blüthen von *Viola calcarata*, die Spitze des Rüssels war so dicht mit dem weißlichen Pollen derselben umkleidet, daß man sie auf einige Schritte Entfernung deutlich erkennen konnte. Nach dem Besuche der 108 Blüthen verlor ich das Thier aus den Augen. Als ich eben die Beobachtung notirt hatte und wieder aufblickte, sah ich abermals eine *Macroglossa stellatarum* an *Viola calcarata* beschäftigt (ob dasselbe Exemplar oder ein neues, weiß ich nicht). Ich verfolgte sie wieder mit der Uhr in der Hand. Sie besuchte in $6\frac{3}{4}$ Minuten 194 Blüthen; durchschnittlich brauchte sie also zum Besuche einer Blüthe und dem Fluge zur folgenden nur zwei Secunden. An manchen Blüthen verweilte sie nur äußerst flüchtig, an anderen mehrere Secunden; an allen aber schob sie freischwebend das Ende des (22—28 mm. langen) Rüssels unter den Narbenkopf und bewirkte daher sicher Befruchtung mit Pollen getrennter Stöcke.

Wenn diese Beobachtungen nicht nur die enorme Behendigkeit und Ausdauer der Schwärmer im Ausfaugen des Blumenhonigs, sondern zugleich ihr im ganzen treues Festhalten an derselben einmal erwählten Blumenart uns klar vor Augen stellen, wer möchte dann bezweifeln, daß sie viel erfolgreichere Blumenzüchter sein müssen, als die leichtlebige Gesellschaft der Tagfalter und selbst als die zwar den Tagfaltern in Raschheit und Ausdauer in ihrer Blumenarbeit weit überlegenen, aber doch den Schwärmern noch lange nicht gleichkommenden Eulen? Trotz ihrer geringen Zahl, trotz ihrer im Ganzen so beschränkten Flugzeit, und trotz der in unseren Breiten ihnen so ungünstigen

Witterung, die oft vielleicht Wochen lang ihre Ausflüge gänzlich verhindert, ist es in der That den Schwärmern gelungen, selbst bei uns sich mehrere ihrer auserwählten Lieblinge so langröhrig und leicht bemerkbar zu züchten, daß alle übrigen Besucher vom Genuße des Honigs derselben ausgeschlossen bleiben und sie selbst jedes Zeitverlustes durch Umhersuchen nach dem ihnen ausschließlich zugänglichen Honig überhoben sind.

Nur auf den Alpen, wo, wie wir so eben gesehen haben, einige Schwärmer mit Vorliebe im Sonnenscheine ihre Ausflüge machen, ist es ihnen möglich gewesen, sich Tagblumen zu ihrem ausschließlichen Gebrauche zu züchten. *Gentiana bavarica* und *verna* (und vielleicht noch einige andere *Gentiana*-Arten der Untergattung *Cyclostigma*) sind in der That unzweideutige Züchtungsprodukte der im Sonnenscheine schwärmenden Sphingiden; sie sind unzweifelhaft Tag-schwärmer-blumen. Aus der von den Hummeln gezüchteten Untergattung *Coelanth* hervorgegangen, haben sie von dieser die blaue Farbe und die röhrige Blumenkrone ererbt, Schmetterlinge aber haben daraus Blumenröhren gezüchtet, deren Eingang durch die zu einer Scheibe verbreiterte Narbe allen Nicht-Schmetterlingen verschlossen ist, und die sich durch Zusammen-drehen schließen, sobald die Sonne hinter den Wolken oder hinter den Bergen verschwunden ist und die plötzlich eingetretene Kühle die Falter vom Schauplatze ihrer Thätigkeit verschreckt hat. Die ersten Stufen der Untergattung *Cyclostigma*, welche durch diese Eigenschaften sich auszeichnet, mögen durch Tag-schmetterlinge überhaupt gezüchtet worden sein. Unzweifelhaft aber sind Tag-schwärmer die Züchter aller derjenigen *Cyclostigma*-Arten gewesen, deren

Blumenröhren, wie diejenigen von *C. bavarica* und *verna*, über 20 Millimeter lang sind, da von allen Schmetterlingen der Alpen nur Schwärmer hinlänglich langrüsselig genug sind, um den Honig derselben auszubeuten.

In der Ebene und niedern Berggegend, wo die Schwärmer in der Regel erst des Abends zu fliegen beginnen, haben sie natürlich in der Regel auch nur Nacht-schwärmer-blumen sich zu züchten vermocht, wie einerseits unsere Heckenwinde (*Convolvulus sepium*), die blos durch ihre schneeweiße Farbe Schwärmer in ihre großen Blüthentrichter lockt, und die ebenfalls weiße, aber fast geruchlose *Lychnis alba*, andererseits *Lonicera*, *Periclymenum*, *Caprifolium* und *Saponaria officinalis*, welche außer der bleichen Farbe einen kräftigen Wohlgeruch als Anlockungsmittel besitzen.

Auch zwischen Tag- und Nacht-schwärmer-blumen fehlt es nicht an Verbindungsgliedern, und nicht selten weisen Erbstücke der letzteren mit Bestimmtheit auf ihren Ursprung aus Tagblumen hin. So bekundet *Saponaria officinalis*, *Oenothera biennis* und *Mirabilis Jalapa* durch ihre Farbe, *Posoqueria fragrans* durch gelegentliches Aufblühen bei Tage ihre Abstammung von Tagblumen.

Bei dem großen Dunkel, welches über den Verwandtschaftsverhältnissen der höheren Pflanzen noch herrscht, muß uns jeder Fingerzeig, der uns auf die Abstammung gewisser Arten hinweist, willkommen sein. Und so viel wenigstens dürfte aus den vorstehenden Auseinandersetzungen mit Sicherheit hervorgehen, daß uns in den Falterblumen überhaupt und in den Nachtfalterblumen insbesondere sehr bestimmte derartige Fingerzeige vorliegen.

Die Insekten als unbewußte Blumenzüchter.

Von

Dr. Hermann Müller.

III.

(Schluß.)

4. Die wespenartigen Insekten (Hymenoptera).



Die Blumenwespen oder Bienen, diese einzige Familie wespenartiger Insekten, spielen als unbewußte Kreuzungsvermittler und Züchter von Blumen für sich allein eine viel bedeutendere Rolle als alle übrigen Insekten zusammen; denn sie sind gleichzeitig die der Blummennahrung bedürftigsten, die arbeitssamsten und die geschicktesten aller blumensteten Insekten. Schon zu ihrem eigenen Lebensunterhalte bedürfen sie eine weit größere Menge von Blummennahrung als Schmetterlinge und Fliegen, da sie nicht, wie diese, nur der Liebe und dem Vergnügen leben, sondern zur Sicherung und Befestigung ihrer Nachkommenschaft eine Reihe anstrengender Arbeiten ausführen, welche natürlich einen dem Kräfteverbrauch entsprechenden Stoffersatz erfordern; überdies aber besteht das Futter, welches sie für ihre Nachkommen

im Voraus in einer bis zur Vollendung ihrer Entwicklung ausreichenden Menge anhäufen, ebenfalls aus Honig und Blüthenstaub. Die Arbeitsamkeit, zu welcher sie schon durch diese massenhafte Beschaffung von Blummennahrung veranlaßt sind, wird aber noch bedeutend gesteigert durch ihre Lebensgewohnheit, ihren erst lange nach ihrem eigenen Ableben das Licht der Welt erblickenden Kindern außer dem vollen Nahrungsbedarf auch eine gegen Ungunst des Wetters und gegen Feinde sorgfältig geschützte Entwicklungsstätte im Voraus zu bereiten.

Aller Fleiß, alle Umsicht, alle Arbeitskraft nun, die sie im Lauf unzähliger Generationen in stetem Bemühen um die Versorgung ihrer Brut allmählig gewonnen haben, kommt ihnen natürlich auch bei ihrer Blumenarbeit zu Gute, und da es auch den Pflanzen selbst am vortheilhaftesten sein muß, den Nahrungsbedürftigsten, fleißigsten und gewandtesten Blumenbesuchern die Vermittelung ihrer Kreuzung zu überlassen, so spielen in der That nicht nur bei der Befruchtung der einem gemischten Besucherkreise angepaßten Blumen, wie z. B. Compositen,

Cruciferen, Rosaceen u. die Bienen meist die wichtigste Rolle, sondern es sind auch aus den verschiedensten Zweigen des Metaspermienstammes überwiegend zahlreiche Blumen ausschließlich ihrer Kreuzungsvermittlung angepasst. Aber wie die Bienen selbst erst in einer langen Stufenleiter allmäliger vervollkommnungen der Brutversorgung ihre so eben gerühmten Eigenschaften gewonnen haben, so können auch die Bienenblumen nicht oder wenigstens nicht alle als unmittelbar aus einfachen, offenen, regelmäßigen Blumen durch die züchtende Wirkung der Bienen in ihre jetzige Form übergeführt betrachtet werden. Vielmehr müssen die bereits blumenförmig gewordenen Urahnen der Bienenfamilie in dem Grade, als ihre stufenweise sich steigernde Brutversorgung sie zur Ausföhrung immer complicirterer Lebensthätigkeiten föhrt und ihre gesammte geistige Befähigung und körperliche Geschicklichkeit steigerte, auch als Blumenzüchter stufenweise immer erfolgreicher und selbstständiger geworden sein. Und ehe wir dazu übergehen, die Blumenzüchtung der Bienen ins Auge zu fassen, müssen wir über die Blumenthätigkeit der niederen Zweige des Hymenopterenstammes wenigstens einen allgemeinen Ueberblick zu gewinnen suchen und uns danach umsehen, ob sich nicht von ihrer blumenzüchtenden Thätigkeit in der heutigen Blumenwelt noch Spuren auffinden lassen.

Auf der tiefsten Stufe der Brutversorgung wie der Blumenthätigkeit stehen unstreitig die Pflanzen anbohrenden Wespen, die Holz-, Blatt- und Gallwespen. Denn ihre Brutversorgung beschränkt sich darauf, mittelst des Legestachels das Ei an eine Stelle zu befördern, an welcher die aus schlüpfende Larve sich sogleich von ihrem Nutter umgeben findet. Und ihre Blumenthätigkeit ist eben so einfach. Holzwespen

wurden auf Blumen überhaupt bis jetzt noch gar nicht beobachtet. Von den Blattwespen gehen zwar zahlreiche Arten dem Honig der Blumen nach, aber die Erlangung desselben gelingt ihnen in der Regel nur dann, wenn er völlig offen liegt, wie bei den Umbelliferen, oder doch unmittelbar sichtbar ist, wie bei Salix, Ramunculaceen, Cruciferen und Rosifloren. Das Höchste, was einige Blattwespen im Honig auffinden zu leisten vermögen, ist die Ausbeutung solcher regelmäßiger, nach oben geöffneter Blumenformen, welche zwar nicht unmittelbar sichtbaren, aber doch durch einfaches Aufsliegen und Abwärtsbewegen des Mundes erreichbaren Honig enthalten, wie z. B. die Compositen. Dagegen vermögen nach allen bisherigen Beobachtungen die Blattwespen keine Blumen auszubeuten, die nicht auch einer großen Zahl kurzrüßeliger Insekten anderer Ordnungen zugänglich sind und thatsächlich von denselben besucht werden. Als selbstständige Blumenzüchter haben also die Blattwespen niemals auftreten können; sie sind niemals im Stande gewesen, sich besondere Blattwespenblumen zu züchten.

Die Gallwespen, die dritte Familie pflanzenanbohrender Hymenopteren, werden überhaupt nur selten auf Blumen angetroffen, und immer nur auf solchen mit völlig offenliegendem Honig; sie sind daher unmittelbar als Blumenzüchter wahrscheinlich ohne alle Bedeutung*). Aber durch

*) Ueber die Befruchtung der Feigen durch Gallwespen irgend welche Vermuthungen oder Schlüsse aufzustellen, darf ich nicht wagen, da sie mir aus eigener Beobachtung nicht bekannt ist und Delphin o's Beschreibung (*Ultiori osservazioni* II. p. 239—241) keine Andeutung darüber erhält, was denn eigentlich die aus den angestochenen Ovarien geschlüpfen Gallwespen, nachdem sie die männlichen Blüthenstände mit Pollen behaftet verlassen

den Uebergang vom Pflanzenanbohren zum Insektenanbohren sind sie, wie ich bereits an einer anderen Stelle *) eingehender erörtert habe, für die Weiterentwicklung des Wespenstammes und dadurch mittelbar für die Weiterzüchtung der Blumen im höchsten Grade bedeutungsvoll geworden. Sie haben sich durch Annahme dieser neuen Brutversorgungsgewohnheit ein höchst umfassendes neues Ernährungsgebiet — die gesammte Insektenwelt — eröffnet und damit nicht nur dem unabsehbaren Formenreichtume der Schlupfwespenfamilie den Ursprung gegeben, sondern auch die geistige Befähigung des Wespenstammes auf eine bedeutend höhere Stufe gehoben. Wer den kurzen steifen Flug, das plumpe Ausfliegen und die träge Ruhe einer Blattwespe mit dem unermüdlichen, gewandten und umsichtigen, schwebenden Umherschuchen, dem vorsichtigen Auffliegen und der selbst in der Ruhe sich unablässig äußernden Beweglichkeit einer Schlupfwespe vergleicht, überschaut mit einem Blicke diesen gewaltigen Fortschritt.

Es kann nun von vorn herein kaum einem Zweifel unterliegen und wird durch die direkte Beobachtung sofort bestätigt, daß die gesteigerte Unterscheidungsfähigkeit und Ausdauer im Umherschuchen den Schlupfwespen auch beim Aufsuchen des Blumenthonigs zu statten kommt. Denn obwohl sie größtentheils nur Blumen ausbeuten, die auch den Blattwespen zugänglich sind — theils solche mit unmittelbar sichtbarem

*) Bienenzeitung 1875. Nr. 12. 13. 14. 1876. 2. 10. 11. 14.

Honig, wie z. B. Umbelliferen, Ruta, Parnassia, Spiraea und Cruciferen, theils solche, deren Honig zwar versteckt liegt, aber doch durch einfaches Auffliegen und Abwärtsbewegen des Mundes erlangt werden kann, wie z. B. Gypsophila, Malva, Geranium und Compositen — und nur in ganz vereinzelt Fällen durch einseitige Anpassung unregelmäßig gewordene, wie z. B. Mentha, so benehmen sie sich doch durchgängig auch bei ihren Blumenbesuchen weit behender und fleißiger, zugleich aber auch weit unterscheidungsfähiger, als die Blattwespen. Ihre größere Unterscheidungsfähigkeit spricht sich am deutlichsten darin aus, daß sie auch die unscheinbarsten, in ihrer Farbe von der Umgebung wenig oder gar nicht abstechenden Blumen mit Leichtigkeit aufzufinden wissen, wenn dieselben nur offenen Honig darbieten, wie z. B. Adoxa Moschatellina, Sibbaldia procumbens, Alchemilla pentaphyllea und Listera ovata. Da es nun den Blumen selbst offenbar vortheilhafter ist, von diesen umsichtigeren und fleißigeren Gästen mit besonderer Vorliebe besucht zu werden, als der gesammten Schaar unausgeprägter Blumenbesucher zwar offen zu stehen, aber auf keinen derselben eine besondere Anziehung auszuüben, so konnte es, nachdem die Entwicklung des Wespenstammes bis zur Ausbildung der Schlupfwespenfamilie fortgeschritten war, kaum ausbleiben, daß auch besondere Schlupfwespenblumen zur Ausprägung gelangten. Denn sobald nun von einer Blume, welche offenen Honig darbot, unscheinbare Abänderungen auftraten, welche von allen oder den meisten anderen Blumenbesuchern übersehen wurden und daher den Schlupfwespen ausschließlich oder fast ausschließlich ihren Honig aufbewahrten, so hatten dieselben die begründetste Aussicht, von den Schlupfwespen als bevorzugteste

Liebliche ausgewählt und in gleicher Nüchternheit weiter gezüchtet zu werden.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß in jener Zeitpoche, als die Schlupfwespenfamilie noch den Gipfel der Wespenentwicklung bildete, durch den so eben erörterten ursächlichen Zusammenhang zahlreiche Schlupfwespenblumen entstanden sein mögen. Aber ganz gewiß ist es, daß die meisten derselben aufhören mußten, ausschließliche Schlupfwespenblumen zu bleiben, sobald die Schlupfwespen von den aus ihnen hervorgegangenen Grabwespen und Bienen an körperlicher und geistiger Befähigung überholt wurden. Denn ebenso wie diese späteren Entwicklungsstufen des Wespenstammes von ihren Urahnen, den Schlupfwespen, die Brutversorgung und die im engsten Zusammenhange mit derselben erworbene körperliche und geistige Befähigung ererbten und stufenweise weiter vervollkommneten, ebenso ererbten sie von denselben auch die Fähigkeit, die Schlupfwespenblumen auszubeuten, und züchteten dieselben, ihren abgeänderten Lebensgewohnheiten und ihrem gesteigerten Nahrungsbedürfnisse entsprechend, weiter. Nur an den, Grabwespen und Bienen besonders ungünstigen Schlupfwespenwohnstätten konnten dann Schlupfwespenblumen von der überwiegenden Mitwirkung jener beiden höher befähigten Wespenfamilien noch unberührt bleiben und sich als solche erhalten, nur an solchen Orten konnten auch zur Zeit der Grabwespen und Bienen noch neue Schlupfwespenblumen gezüchtet werden.

Erst an einer einzigen Pflanze sind bis jetzt durch direkte Beobachtung Schlupfwespen als die überwiegenden, ja fast ausschließlichen Kreuzungsvermittler nachgewiesen worden, nämlich an der mit grünen Hüllblättern ausgestatteten und daher äußerst unscheinbaren *Listera ovata* *); auf diese

aber paßt die so eben gegebene Erklärung vollständig. Obgleich sie nämlich aus einer Längsfurche auf der Mitte der gelblich-grünen herabhängenden Unterlippe völlig offenliegenden Honig absondert, so bleibt sie doch von anderen Insekten als Schlupfwespen, die sie in großer Häufigkeit aufsuchen, fast unberührt. Denn Grabwespen und Bienen, welche vorzugsweise sonnige Orte aufsuchen, vermeiden überhaupt, abgesehen von einzelnen Hummeln, die feuchten Gebüsche und Laubwälder, wo *Listera ovata* gedeiht, fast vollständig; und daß auch kurzrüsselige Insekten anderer Ordnungen, abgesehen von einem einzigen blumensteten Bockkäfer, *Grammoptera laevis*, sich des völlig offen liegenden Honigs dieser schmucklosen Blumen nicht bedienen, kann doch wohl bloß darin seinen Grund haben, daß sie dazu zu wenig unterscheidungs-fähig und zu wenig ausdauernd im Umhersuchen sind. Ist aber diese Voraussetzung richtig, so läßt sich die Ausprägung der auffallenden Unscheinbarkeit der Blüthe von *Listera ovata* nur als von den Schlupfwespen, denen allein sie ja nützlich ist, gezüchtet betrachten.

Die im Schatten subalpiner Wälder wachsende *Listera cordata* hat noch kleinere

*) Die überraschend zierliche und sicher wirkende Befruchtungseinrichtung der *Listera ovata*, welche bei eintretendem Schlupfwespenbesuche Kreuzung unausbleiblich macht, ist bereits so wiederholt beschrieben und abgebildet worden, daß es hier genügen wird, auf Sprengel's entdecktes Geheimniß, auf Darwin's Orchideenwerk und auf mein eigenes Buch über Befruchtung der Blumen durch Insekten zu verweisen. Die Anpassung von Blumen an Ichneumoniden, welche Delpino (*Ulteriori osservazioni* II. p. 320) als un fenomeno inesplicabile bezeichnet, glaube ich durch obige Auseinandersetzung ihres Räthelhafsten hinreichend entkleidet zu haben.

und daher womöglich noch unscheinbarere Blüthen mit übrigen vollkommen gleicher Einrichtung. Ihre natürlichen Kreuzungsvermittler sind noch nicht beobachtet. Es kann aber, nach dem Gesagten, wohl kaum zweifelhaft sein, daß es ebenfalls vorwiegend Schlupfwespen sein werden.

Außerdem glaube ich als Schlupfwespenblume mit einiger Wahrscheinlichkeit die verwandte *Chamaeorchis alpina* ansprechen zu dürfen, die mich an den fahlen Abhängen der Alpenkämme (bei Weißenstein am Abulapasse) durch die regelmäßige Kreuzung, welche ihr trotz äußerster Unscheinbarkeit zu Theil wird, zuerst in nicht geringe Verwunderung versetzte. Die kleinen geruchlosen Blümchen werden von den niedrigen Grasbüschen, zwischen welchen sie wachsen, und denen sie ziemlich gleichfarbig sind, noch überragt und sind dadurch in der That in dem Grade versteckt, daß ich mich an ihren Standorten platt auf den Nasen werfen und die karglich bewachsene Nasenfläche auf das schärfste durchspähen mußte, um keines derselben zu übersehen. Unter solchen Umständen ist es mir begreiflicher Weise nicht gelungen, ihre Kreuzungsvermittler auf der That zu ertappen, aber von der ausreichenden Wirksamkeit derselben konnte ich mich auf andere Weise leicht genug überzeugen. Von über 50 Exemplaren, die ich mit der Lupe untersuchte, als die Blüthezeit sich schon zu Ende neigte (Ende Juli 1877), hatten über zwei Drittel lauter entleerte Pollentaschen und befruchtete Narben; von den übrigen hatten nur ein paar einzelne die beiden obersten Blüthen noch im jungfräulichen Zustande, die übrigen nur die oberste.

Honig wird hier von einer grünen Anschwellung abgesondert, die sich von der Mitte der Unterlippe bis zu ihrer Wurzel

erstreckt und da in eine unwallte Fläche am rundlichem Umriffe verbreitert. Kleine Besucher, die am untern Ende der Unterlippe aufsitzen und sich der Anschwellung entlang bis zur unwallten Basis hinaufklettern, befinden sich dann mit ihrem Kopfe unmittelbar unter einem der Klebstoffbeutelchen (r Fig. G) und müssen, sobald sie nach Beendigung des Honigleckens den Kopf erheben, gegen dasselbe stoßen und sich den dem Klebstoffbeutelchen aufsitzen Stiel des Staubkölbchens auf ihren Kopf kitten*). Sobald sie nun wegschließen, ziehen sie das Staubkölbchen (po Fig. G) aus seiner Tasche (al) und nehmen es, dem Kopfe aufgefittet, mit sich. Nachdem dasselbe sodann, wie bei vielen anderen Orchideen, eine Abwärtsdrehung erlitten hat, wird es in der nächsten Blüthe, die das Insekt besucht, gegen die Narbe (st) gestoßen, deren klebrige Fläche zahlreiche Pollenpäckchen festhält.

Aus dieser Befruchtungseinrichtung ergibt sich, daß Schmetterlinge als Kreuzungsvermittler der *Chamaeorchis alpina* gewiß nicht in Betracht kommen, daß vielmehr nur winzige Fliegen, Käfer oder Hymenopteren die beschriebene Arbeit leisten können. Von diesen aber haben, nach ihren sonstigen Lebensgewohnheiten und der Ähnlichkeit des vorliegenden Falles mit dem von *Listera*, die Schlupfwespen gewiß die meiste Wahrscheinlichkeit für sich.

*) Die den Klebstoffballen umkleidende Haut ist äußerst zart und zerreißt bei schwachem Anstoß. Sie wird aber nicht, wie bei *Ochis* in eine taschenförmige Unterlippe und zwei an den Stielen der Staubkölbchen haften bleibende Lappchen zerpalten, sondern der stoßende Gegenstand nimmt beim Zurückziehen sowohl den ganzen Klebstoff, als das zarte Häutchen, welches ihn umschloß, mit hinweg.

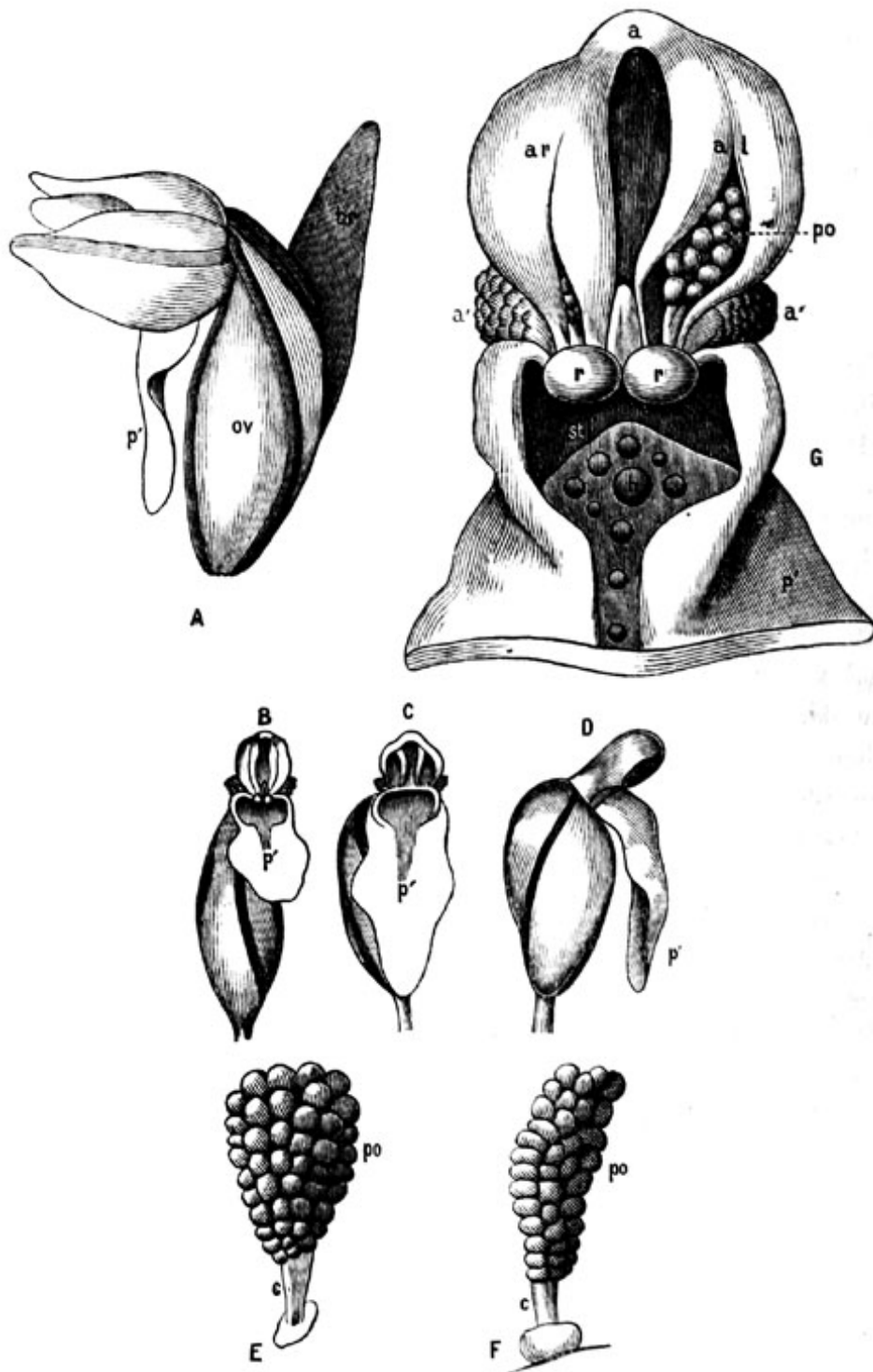


Fig. 10. Eine höchst unscheinbare Blume, die trotzdem regelmäßig durch Insektenvermittlung gekreuzt wird, *Chamaeorchis alpina*. A Seitenansicht einer (längst verblühten) Blume. B Eine junge Blüthe, nach Entfernung aller Blüthenhüllblätter mit Ausnahme der Unterlippe, gerade von vorn gesehen. (Die Unterlippe ist noch schräg nach vorn gerichtet und erscheint daher in dieser Ansicht bedeutend verkürzt.) C Etwas ältere Blüthe, der Pollinien bereits beraubt. (Die Unterlippe hat sich nach unten gebogen und erscheint in voller Ausdehnung.) D Noch weiter vorgerückte Blüthe von der Seite gesehen. (A—D, Vergr. 7 : 1.) G Die Mitte einer jungen Blüthe von vorn gesehen. E Einzelnes Staubköstchen von der Seite, F dasselbe von vorn gesehen. (E—G Vergr. 35 : 1.) h Honigtröpfchen, rr Klebstoffbeutelchen. Bedeutung der übrigen Buchstaben wie in Fig. 8.

Wie durch den Uebergang vom Pflanzen- anbohren zum Insektenanbohren aus den Gallwespen die Schlupfwespen, so scheinen aus diesen durch die Annahme der Gewohnheit, die zur Nahrung für die Nachkommen eingefangenen Insekten durch einen Stich zu lähmen und in einer selbstgefertigten Bruthöhle zu bergen, als neue Familie die Grabwespen hervorgegangen zu sein*). Zum Auffinden und Ueberraschen des erwählten Beutethieres müssen sie dieselbe Unterscheidungsfähigkeit, Umsicht, Ausdauer im Umherschauen und Gewandtheit in ihren Bewegungen bethätigen, wie ihre Stammfamilie. Aber durch die Umwandlung des Legestachels in eine Angriffs- und Vertheidigungswaffe sind sie weit wehrhafter und kühner geworden und durch die Annahme der Gewohnheit, eine Höhle anzufertigen, in dieselbe, oft aus weiter Entfernung, das gelähmte Beutethier zu schleppen, alsdann erst ein Ei an dasselbe zu legen und nun die Höhle zu schließen und jede Spur ihres Einganges sorgfältig zu verwischen, haben sich ihre Lebensthätigkeiten noch viel complicirter gestaltet, hat sich ihre Energie, ihre körperliche und geistige Befähigung wieder über diejenige der Schlupfwespen ein bedeutendes Stück erhoben. Wenn wir uns daher in Gedanken in jene Zeit-epoche zurückversetzen, als die Familie der Grabwespen sich zuerst auszubreiten und in eine Mannigfaltigkeit verschiedener Lebensformen zu differenziren begann und noch die höchste Entwicklungsstufe des Wespenstammes bildete, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß damals die Schlupfwespen auf allen Blumen, auf denen sich auch die ihnen in jeder Beziehung überlegenen Grabwespen einfanden, diesen den Vorrang einräumen, daß sie mithin an allen Orten,

*) Siehe Bienenzeitung, die angeführten Nummern.

wo auch Grabwespen ihren Wohnsitz aufschlugen, ihren blumenzüchtenden Einfluß ganz oder größtentheils an diese abtreten mußten. Und wenn auch weder die Geschmacksrichtung der Grabwespen eine eigenartige, anderen Blumenbesuchern antipathische geworden war (wie bei vielen Dipteren), noch ihre Mundtheile sich derart einseitig ausgebildet hatten, daß sie dadurch sich in den Alleinbesitz des Honigs gewisser Blumen hätten setzen können (wie die Schmetterlinge), so hatten sie doch mit der Gewohnheit, Bruthöhlen zu graben und häufig in solche hinein zu kriechen, die Befähigung und Neigung zu Bewegungen gewonnen, deren andere Blumenbesucher nicht fähig waren, und diese Bewegungen setzten sie in den Stand, sich Blumen zu ihrem alleinigen Genuß zu züchten. Ungemein zahlreiche Blumenformen der Jetztzeit erfordern zur Gewinnung des Honigs ein Hineinzwängen des Kopfes zwischen eng aneinderschließende Theile, wie es die Grabwespen und Bienen beim Graben ihrer Bruthöhlen oder beim Eindringen in dieselben, wenn sie theilweise verschüttet sind, fortwährend ausüben müssen, z. B. die Papilionaceen, viele Scrophulariaceen (*Pedicularis*, *Linaria* etc.), Boragineen (*Borago*, *Symphytum*, *Anchusa* etc.), *Reseda*, *Polygala*, *Viola* und viele andere. Andere Blumen machen ein mehr oder weniger vollständiges Hineinkriechen in wagerechte oder schräg abwärts gehende Röhren nothwendig, wie es allen Bruthöhlen grabenden Hymenopteren geläufig ist, z. B. die Labiaten, *Coelanth* (*Gentiana*), *Digitalis*, *Antirrhinum* u. A. Wieder andere erheischen das Hineinstecken des Kopfes oder Rüssels in einen engen Eingang von unten her, also dieselbe Bewegung, welche die in dünnen Brombeerstengeln nistenden Grabwespen und Bienen machen müssen, wenn die Enden

dieser Stengel nach unten hängen, so z. B. *Vaccinium*, *Erica* u. A. Alle solche Blumen werden überwiegend, in normaler Weise sogar fast ausschließlich, von höhlengrabenden Hymenopteren ausgebeutet und befruchtet, offenbar, weil andere Blumenbesucher die dazu erforderlichen Bewegungen nicht zu leisten vermögen. Sie können also auch erst zur Ausprägung gelangt sein, nachdem die Entwicklung des Wespenstammes bis zur Ausbildung der Grabwespen fortgeschritten war. Und wenn auch heute alle diese Blumen vorwiegend von Bienen besucht und befruchtet werden und nicht wenige derselben (z. B. *Iris Pseudacorus*, *Lamium album* und viele andere Labiaten, *Pedicularis* u.) der Körperform der Hummeln aufs Engste angepaßt sind, so müssen wir es doch als in hohem Grade wahrscheinlich betrachten, daß der Anfang ihrer Züchtung bereits von Grabwespen gemacht worden ist, ehe noch eine einzige Biene als Mitarbeiterin in der Blumenwerkstatt erschienen war. Denn so gewiß die Grabwespen an Eifer und Tüchtigkeit im Aufsuchen des Blumenhonigs alle vorhergehenden Wespenfamilien — auch diejenigen der Schlupfwespen — und ebenso alle übrigen kurzrüsseligen Blumenbesucher weit hinter sich lassen, so gewiß mußte es damals, als die Grabwespen an der Spitze der Wespenausbildung standen, Blumen von entscheidendem Vortheile sein, gerade auf sie eine besondere Anziehungskraft auszuüben. Solche Blumenabänderungen, welche zur Gewinnung ihres Honigs die eine oder andere der so eben angeführten Bewegungen erforderten und dadurch anderen Blumenbesuchern unbequem oder unzugänglich wurden, hatten also, da sie den Grabwespen vorzugsweise oder allein ihren Honig verwahrten, alle Aussicht, von diesen mit Vorliebe ausgewählt,

erfolgreich fortgepflanzt und in ihrer eigenartigen Gestalt weiter gezüchtet zu werden.

In welcher Ausdehnung sich die Grabwespen besondere Grabwespenblumen gezüchtet haben, nachdem sie die Schlupfwespen an ihren meisten Wohnsitzen als Blumenzüchter aus dem Felde geschlagen hatten, das läßt sich heute nicht mehr ermessen. Bis zu welchem Grade der Unregelmäßigkeit und einseitigen Anpassung aber bereits in jener Grabwespenzeit die Blumenzüchtung gelangt sein mag, davon können wir vielleicht eine annähernd richtige Vorstellung gewinnen, wenn wir diejenigen ihren Honig verschließenden oder in einer zum Hineintriefen einladenden Röhre bergenden Blumenformen ins Auge fassen, welche noch heute von Grabwespen mit Vorliebe besucht werden, und welche, wenn es keine Bienen gäbe, uns auch schon als Anpassungen an Grabwespen durchaus verständlich sein würden, wie z. B. *Bryonia*, *Reseda*, *Melilotus*, *Thymus*, *Salvia silvestris*, *Veronica spicata* u. dgl. Ob eine oder die andere dieser Blumenformen wirklich so wie sie uns heute vorliegt, ursprünglich von Grabwespen gezüchtet und später unverändert in den Mitbesitz der Bienen übergegangen ist, dürfte sich schwerlich entscheiden lassen; aber als wahrscheinlich muß jedenfalls zugestanden werden, daß die Züchtung der Papilionaceen und Labiaten, welche durch ihre reiche Verzweigung ein hohes Alter bekunden und in ihren einfachsten Formen noch jetzt von Grabwespen so gut wie von Bienen besucht und befruchtet werden und beiden gleich gut entsprechen, schon von den Grabwespen begonnen worden ist, daß also die ersten Labiaten und Papilionaceen Grabwespenblumen gewesen sind. Heute giebt es, soweit uns bekannt ist, keine einzige Blume mehr, die ausschließ-

lich oder auch nur vorwiegend von Grabwespen befruchtet würde. Denn ebenso wie die Grabwespen ihre Stammeltern, die Schlupfwespen, an Leistungsfähigkeit überholt und aus ihrem entscheidenden Einflusse in der Blumenwerkstatt verdrängt haben, ebenso, nur weit gründlicher, sind sie selbst von der aus ihnen hervorgegangenen Familie der Bienen wenigstens in Bezug auf Blumentüchtigkeit überholt und als Blumenzüchter fast unmöglich gemacht worden. Die Annahme der Gewohnheit, als Larvenfutter anstatt lebender Beute Blüthenstaub und Honig einzutragen, durch welche gewisse Grabwespen zu Stammeltern der Bienenfamilie geworden sind*), hat diesen Umschwung mit innerer Nothwendigkeit herbeigeführt. Denn er vervielfältigte ihr Bedürfnis an Blumennahrung und lenkte den ganzen Fleiß und die ganze Ausdauer, welche von den Stammeltern auf die Auffindung und Ueberwältigung lebender Insekten verwendet worden war, auf die Auffuchung und möglichst erfolgreiche Ausbeutung des Blüthenstaubes und Honigs. Daß schon der bloße Uebergang zu der den Bienen eigenthümlichen Brutversorgung diese Wirkung gehabt hat, verräth sich in unzweideutigster Weise, wenn man Bienen, die noch durchaus auf der Organisationshöhe der Grabwespen stehen mit Grabwespen in ihrer Thätigkeit auf denselben Blumen vergleicht, z. B. *Prosopis* und *Cerceris*-Arten auf *Roseda*. Es zeigt sich dann deutlich, daß die ersteren mit denselben Werkzeugen vielmal mehr leisten als die letzteren — offenbar lediglich durch die Steigerung des Fleißes und

der Ausdauer, durch die Concentration ihrer ganzen Energie auf das Einsammeln und sorgfältige Unterbringen der Blumennahrung. Natürlich aber hat sich mit jeder Vervollkommnung ihrer der Gewinnung von Blüthenstaub und Honig dienenden Werkzeuge auch ihre Leistungsfähigkeit noch gesteigert, und es mußte ja jede Abänderung, welche eine solche Vervollkommnung bewirkte, unausbleiblich durch Naturauslese erhalten und ausgeprägt werden, sobald einmal die Sicherstellung der Nachkommenschaft einzig und allein von der Beschaffung und sicheren Bergung des Blüthenstaubes und Honigs abhängig geworden war. Während daher bei den Grabwespen, da sie nur zu ihrer eigenen Beföstigung Blumennahrung und zwar meist nur Honig benutzen, auch nur die Honiggewinnung erleichternde Abänderungen der Mundtheile einige Aussicht hatten, durch Naturauslese gezüchtet zu werden, und es in der That nur zu einer mäßigen Verlängerung der Zunge gekommen ist (bei *Ammophila sabulosa* bis zu 4, bei *Bembex rostrata* bis zu 7 Millimeter), mußte dagegen bei den Bienen jede Vervollkommnung sowohl der Pollen- als der Honiggewinnung in dem durch die lebhafteste Concurrenz gesteigerten Wettkampfe um das Dasein in erster Linie entscheidend werden; und ein Heer mannigfachster Abstufungen, von der kurzen stumpfen Grabwespenzunge der *Prosopis* bis zu dem enorm verlängerten complicirten Saugrohre der schwebend saugenden Engflossen und von der nackten Chitinhaut vieler Grabwespen bis zu dem dichten Federhaar-Kleide, den ausgeprägten Schienenbürsten und Sammelkörbchen der Hummeln, legt noch heute Zeugniß ab von dem außerordentlich fruchtbaren Felde, das sich in der Familie der Bienen der vervollkommnenden Wirkung der Naturzüchtung dargeboten hat.

*) Vergl. H. Müller, Anwendung der Darwin'schen Lehre auf Bienen. Verhandlung des naturhistorischen Vereins für die preussischen Rheinlande und Westphalen 1872 S. 1—96.

Diese außerordentliche Steigerung der Blumentüchtigkeit ward nicht nur den Bienen, die sie erlangten, von entscheidendem Vortheil, sie konnte nicht verfehlen, dieselben alsbald auch zu den den Pflanzen nützlichsten Blumenbesuchern und damit zu den wirksamsten Blumenzüchtern zu machen. Schon ihre viel größere Emsigkeit und Ausdauer mußte dahin wirken. Ueberdies aber wurde auch der den ganzen Bienenleib umkleidende Wald von gefiederten Haaren, der sich zunächst zu ihrem eigenen Vortheil, eine mühelose Steigerung der Pollenernte bewirkend, ausgebildet hatte, auch für die Kreuzung der Pflanzen von hervorragender Bedeutung, da er viel leichter, als die nackte oder spärlich mit einfachen Haaren bekleidete Körperoberfläche der Grabwespen Pollen in sich aufnimmt und an die Narben anderer Blüthen absetzt. Selbst das geflüffentliche und massenhafte Polleneinsammeln der Bienen hört auf, eine Schädigung der Pflanze zu sein, sobald die Kreuzung derselben durch regelmäßiges Berührtwerden ihrer Narben von dem pollenbehafteten Haarkleide der besuchenden Bienen gesichert ist, und der Akt des Pollenplünderns selbst dient oft gleichzeitig der Pflanze als wirksamste Kreuzungsvermittlung, wie z. B. wenn *Megachile lagopoda* mit ihrer Bauchbürste von den Blüthenkörbchen von *Cirsium eriophorum* oder *Onopordon Acanthium* den Pollen zusammenlegt, oder wenn Hummeln an Königsferzen (*Verbascum*) von Blüthe zu Blüthe fliegen und von den Staubgefäßen den Pollen in die Sammelförbchen ihrer Hinterschienen streifen.

Es ist daher leicht begreiflich, daß von den Bienen die Grabwespen als Blumenzüchter vollständig aus dem Felde geschlagen worden sind, noch vollständiger als von diesen ihrer Zeit die Schlupfwespen, und zwar deshalb noch vollständiger, weil es keine Grabwespenwohnplätze giebt, die nicht auch

von Bienen nach Blummennahrung abgestreift würden, während ja Schlupfwespen schattige Wälder und Gebüsche vor ihren sonneliebenden Epigonen voraus haben.

Nur eine einzige Eigenthümlichkeit der Grabwespen würde überhaupt, soweit wir die Sachlage überblicken können, im Stande sein, ihnen den Alleinbesitz gewisser Blumen zu sichern, die Gefürchtetheit ihres Stachels, und es empfiehlt sich, auch die möglichen Wirkungen dieser Eigenthümlichkeit erst noch in Betracht zu ziehen, ehe wir uns zu den höchsten Blumenleistungen des Wespenstammes, den Züchtungsprodukten der Bienen, wenden. *Delapino* sah *Asclepias syriaca*, welche auch bei uns häufig in Gärten cultivirt und da von Bienen, Wespen und Fliegen besucht wird, bei Florenz besonders häufig von den großen, gewaltig stechenden Grabwespen *Scolia hortorum* und *bicincta*, daneben nur von der Honigbiene und der italienischen Hummel besucht. Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, daß eine Steigerung des *Scolia*-Besuchs auch die beiden einzigen sonstigen Besucher noch verschrecken und *Ascl. syriaca* an gewissen Localitäten zur reinen Grabwespenblume machen könnte, während sie in anderen, an gefürchteten Grabwespen ärmeren Gegenden einem gemischten Besucherkreise ausgesetzt bleiben würde.

Ein ganz ähnlicher Fall wie dieser in Bezug auf die Grabwespen als möglich hingestellt hat sich in Bezug auf die eigentlichen Wespen (*Vespa*) mehrfach verwirklicht. *Scrophularia* und *Symphoricarpus* nämlich besitzen beide so weitmündige Blumen glöckchen, daß ein Wespenkopf sehr bequem in dieselben gesteckt werden kann, und dabei so reichliche Honigabsonderung, daß sich die stürmischen, zum eifrigen Sammeln kleiner Honigtröpfchen durchaus nicht geneigten Wespen zu dieser lohnenden Ausbeute ganz be-

sonders hingezogen fühlen und durch ihren häufigen Besuch nicht selten die übrigen Insekten (Bienen und Grabwespen), denen der Honig ebenfalls zugänglich wäre, zurück-scheuchen. In wespenreichen Gegenden (z. B. bei Mühlberg in Thüringen) werden daher beide so überwiegend von Vespa- und Polistes-Arten besucht, daß sie durchaus den Namen Wespenblumen verdienen. In wespenärmeren Gegenden (z. B. bei Pippstadt) herrschen an *Symphoricarpus* als Blumengäste und Kreuzungsvermittler ganz entschieden die Bienen vor, während *Scrophularia* selbst hier ganz überwiegend von Wespen besucht wird. Es liegt daher die Vermuthung nahe, daß die von allen Bienenblumen abweichende schmutzibraune Farbe, kugelige Form, weite Eingangsöffnung und vielleicht auch die reichliche Honigspende der *Scrophularia*-Blüthen von den Wespen selbst, denen sie so sehr gefallen, gezüchtet worden sind. Diese Vermuthung gewinnt noch sehr bedeutend an Wahrscheinlichkeit, wenn wir sehen, daß auch *Epipactis latifolia*, die bis jetzt ganz ausschließlich von Wespen besucht gefunden wurde*), dieselben Liebhabereien ihrer Züchter bekundet, indem sie in der ebenfalls dunkelgefärbten, ebenfalls weit geöffneten halbkugeligen Schale der Unterlippe ebenfalls reichlichen Honig absondert.

Wenn es hiernach den ächten Wespen wirklich gelungen ist, durch die Gefürchtetheit ihres Stachels (denn nur aus dieser Ursache läßt sich das Zurückbleiben der übrigen Gäste erklären) sich in den Alleinbesitz gewisser Blumen zu setzen und dieselben, ihren besonderen Neigungen entsprechend, in eigenthümlicher Weise weiter zu züchten, so dürfen wir gewiß die Möglichkeit nicht bezweifeln, daß auch heute noch gewisse Blumen als Grabwespenblumen bestehen können. Aber

nur in wärmeren, an gefürchteten Grabwespen reicheren Gegenden wird nach denselben zu suchen sein.

Alle bisher betrachteten Hymenopterenfamilien zusammen genommen haben der heutigen Blumenwelt, wie sich uns gezeigt hat, nur sehr vereinzelte Proben ihrer blumenzüchtenden Thätigkeit hinterlassen, obwohl zwei derselben, die Schlupfwespen und die Grabwespen, wahrscheinlich ihrer Zeit in umfassender Weise als Blumenzüchter gewirkt haben. So vollständig sind die Bienen erst in den Mitbesitz ihrer Züchtungsprodukte getreten und haben dieselben sodann, in dem Grade als die stufenweise Vervollkommnung ihrer Organisation und Blumeneinsicht sie dazu befähigte, ihren eigenen Neigungen und Bedürfnissen entsprechend weiter gezüchtet! In Folge der großen Verschiedenheit sowohl der Ausgangspunkte der Züchtung als der Züchter selbst sind die Züchtungsprodukte der Bienen, die Bienenblumen, so außerordentlich mannigfaltig, daß wir uns hier darauf beschränken müssen, an allbekannten Beispielen der heimischen Flora einige derjenigen Blumengebilde anzudeuten, durch deren Züchtung es den Bienen überhaupt, oder den langrüsseligeren oder langrüsseligsten Arten derselben insbesondere, gelungen ist, die übrigen Blumenbesucher vom Genuße des Honigs, bisweilen auch des Blüthenstaubes, abzuhalten und dennoch für sich selbst jede Verzögerung, welche die forspältige Vergung dieser Genußmittel ihnen verursachen könnte, nach Möglichkeit zu ersparen.

Bei Schneeglöckchen, Spargel, Maiblümchen ist es einfach die nach unten gekehrte Stellung der Blumenglocken, welche alle Insekten außer den höhlengrabenden Hymenopteren vom Besuche der Blumen zurückhält. Thatsächlich wurden nur Bienen an ihnen beobachtet. Bei *Convallaria multiflora* hat sich

*) Siehe Darwin's Orchideenwerk.

durch bloße Verlängerung der Blumenröhre der Besucherkreis auf die langrüsseligsten Hummeln beschränkt.

In der Familie der *Ranunculaceen* haben sich bei *Eranthis* und *Helleborus* die Bienen aus der Mannigfaltigkeit von Nektarienformen, die uns bei *Ranunculus pyrenaicus* (Fig. 5.) entgegentrat, die ihnen am besten passende Täschen- und Schlauchform als constante Eigenthümlichkeit gezüchtet; bei *Nigella* sind sogar mit Deckel verschlossene Honigbehälter erzielt worden, zu deren Oeffnung und Entleerung alle Nicht-Bienen zu dumm sind. Endlich liefern uns die allbekannten Blumen von *Alei* (*Aquilegia*), *Rittersporn* (*Delphinium*) und *Eisenhut* (*Aconitum*) bewundernswerthe Belege dafür, was so eifrige und einsichtige Blumenzüchter wie die Hummeln selbst aus *Ranunculus*-Blüthen zu machen wissen. Und wie sehr die Pflanzen selbst dabei gewonnen haben, daß ihre Blumen die begünstigten Lieblinge der langrüsseligsten Hummeln geworden, und von diesen, wenigstens was den Honig anbetrifft, zu ihrem ausschließlichen Gebrauche gezüchtet worden sind, beweist die Thatsache, daß die meisten derselben selbst die Möglichkeit der Selbstbefruchtung verloren haben,*) während alle einem weiteren Besucherkreise zugänglichen *Ranunculaceen* dieselbe als Nothbehelf bei ausbleibendem Insektenbesuche nicht entbehren können.

Bei den *Papilionaceen* ist es das enge Zusammenschließen und zum Theil Verwachsen der Blüthentheile, welches, wenigstens zu voller Ausbeutung der Genußmittel, die nur den höhlengrabenden Wespen eigenen

*) Durch ausgeprägte Proterandrie, welche natürlich unabhängig von der Blumenwahl der Hummeln, durch Naturzüchtung, zu den von den Hummeln gezüchteten Merkmalen hinzuge treten ist.

Bewegungen erheischt, wenn es auch den dünnen Schmetterlingsrüsseln nicht selten gelingt, in den so sorglich verwahrten Blüthengrund einzudringen und von dem dort aufgespeicherten Honig zu naschen. Auf den seitlichen Blumenblättern (Flügeln) mit den Beinen sich festhaltend, müssen nämlich die Grabwespen oder Bienen ihren Kopf unter die Fahne zwingen (gerade so wie sie es beim Eindringen in eine enge Oeffnung zu thun gewohnt sind, die sie zur geräumigeren Höhle erweitern wollen), um mit der Rüssel- oder Zungenspitze eines der beiden Honiglöcher zu erreichen. Und da diese Blumeneigenthümlichkeit unmittelbar nur ihnen selbst zu gute kommt, so unterliegt es keinem Zweifel, daß sie sich dieselbe auch selbst gezüchtet haben — durch Bevorzugung derjenigen Blumenabänderungen, die ihnen allein den Honig verwahrten. Gleichzeitig aber mit dieser durch die Grabwespen oder Bienen gezüchteten Eigenthümlichkeit müssen sich durch von ihrer Wahl unabhängige Naturauslese jene weiteren Eigenthümlichkeiten der Schmetterlingsblüthen ausgeprägt haben, welche die in der beschriebenen Weise arbeitenden Gäste erst zu regelmäßigen Kreuzungsvermittlern machen: die Verwachsung der beiden unteren Blumenblätter zu einem Staubgefäße und Stempel umschließenden Schiffchen, das Hervorragen der Narbe über die Staubgefäße und die Vereinigung der Flügel mit dem Schiffchen zu gemeinsamer Bewegung. Denn ohne diese würden auch jene ersten Bildungen der Pflanze nutzlos, würde es also den theiligten Insekten unmöglich gewesen sein, sich dieselben zu züchten.

Wenn unsere Vermuthung richtig ist, daß die ersten und einfachsten *Papilionaceen*, etwa bis zur Organisationshöhe von *Melilotus*, Grabwespenblumen waren, so unterliegt es keinem Zweifel, daß ebenso wie ihre

sorgfältige, eine Grabwespenarbeit nöthig machende Vergung des Honigs ausschließlich der Blumen Auswahl der Grabwespen, ihr Bestäubungsmechanismus ausschließlich der von der Wahl derselben unabhängigen Naturzüchtung seine Ausprägung verdankt, da ja Grabwespen von dem Blüthenstaub, der etwa an ihnen haften bleibt, keinen Gebrauch machen. Im späteren Verlaufe der Blumenentwicklung aber, nachdem die Bienen in den Mitbesitz der Papilionaceen-Blumen eingetreten waren und von den meisten derselben, durch die von ihnen gezüchtete Verlängerung der zusammenschließenden Theile, sogar die Grabwespen ausgeschlossen hatten, ist bei der Ausprägung der complicirten Bestäubungsmechanismen (der Rudelpumpeneinrichtung wie sie Lotus, der Pollen herausfegenden Bürsten, wie sie Lathyrus, Vicia, Phaseolus, der losschnellenden Mechanismen, wie sie Genista und Sarothamnus darbieten) die Blumen Auswahl der Pollen sammelnden Bienen eben so sehr als die von ihrer Wahl unabhängige Naturzüchtung theilhaftig gewesen.

Wie bei den Papilionaceen das enge Auseinanderschließen den Honig verdeckender Blüthentheile, so ist bei den Labiatis das Verschmelzen der Blumenblätter zu einer wagerechten oder (vom Eingange aus betrachtet) schräg abwärts gehenden Höhle von den höhlengrabenden Hymenopteren (Grabwespen und Bienen) zur Züchtung ihnen allein zugänglicher Blumenformen benutzt worden. Auch hier sind die einfachsten Formen (z. B. Mentha) nicht nur allen Bienen ohne Ausnahme, sondern auch noch den Grabwespen zugänglich. Von diesen aus führen aber verschiedene Stufenreihen immer höher, bis endlich zu den ausgeprägtesten Hummelblumen, die ihren reichen Honigvorrath ebenso allen Nicht-Hummeln unzugänglich, als allen

oder auch nur den langrüsseligeren Hummeln (einschließlich natürlich Anthophora) leicht und ohne Zeitverlust gewinnbar bergen. Was für mannigfache Ausrüstungen zusammenkommen müssen, ehe dieses Resultat und zugleich unausbleibliche Kreuzung bei eintretendem Hummelbesuch erreicht ist, werden wir uns am zweckmäßigsten an dem den ganzen Sommer hindurch der Beobachtung eines Jeden leicht zugänglichen *Lamium album* deutlich zu machen suchen, dessen natürliche Befruchtung ich bereits vor einigen Jahren in der Bienenzeitung (1875 Nr. 8 u. 9) mit folgenden Worten geschildert habe:

„Durch die weiße Farbe von weitem nach den Taubeneßelblüthen hingelenkt, fliegen die Hummeln ohne Verzug nach dem dunkler erscheinenden Eingange einer Blüthe hin, und zwar sofort in der zur Honiggewinnung passendsten Stellung, da ihnen dieselbe durch die als bequeme Anflugfläche sich anbietende Unterlippe vorgezeichnet wird; sie stecken sogleich im Anfluge den Kopf zwischen den beiden breiten Seitenlappen des in Form und Weite ihnen gerade entsprechenden Blütheneinganges hinein, indem zugleich die Vorderbeine auf der Basis der Unterlippe vorrücken und Mittel- und Hinterbeine sich an den beiden Lappen der Unterlippe festhalten, und gelangen so mit ihrem Rüssel unmittelbar in den honigführenden Grund der etwa 10—11 mm langen Blumenröhre. Während sie nun saugen, füllt ihre Brust, bei kleineren Arbeitern auch noch der Bauch, den Zwischenraum zwischen Oberlippe und Unterlippe gerade aus, und die ringsum abwärts gewölbte Form der ersteren paßt nicht nur als Wetterdach für die unter ihr liegenden Geschlechtstheile, sondern auch zum Umschließen des Hummelleibes so vortrefflich, daß die Oberseite desselben gegen die Narbe und gegen die geöffnete Seite der

Staubbeutel gedrückt bleibt. Durch die bequeme Anflugfläche, durch die dem Hummelkopfe entsprechende Form und Weite des Blumeneinganges und durch die der Hummelrüssellänge entsprechende Länge der honigführenden Blumenröhre wird also den Hummeln ein rasches und erfolgreiches Honiggewinnen ermöglicht; dies ist aber den Pflanzen selbst von größtem Vortheile, da es zugleich ein eben so rasches und erfolgreiches Fremdbestäuben der Blüthen mit sich bringt. Unter dem gewölbten Wetterdache der Oberlippe liegen nämlich, mit der pollenbedeckten Seite nach unten gekehrt, die vier Staubgefäße, und zwischen ihnen ragt der eine Ast des am Ende zweitheiligen Griffels nach unten hervor. Die Spitze dieses hervorragenden Griffelastes ist es, welche Blüthenstaubkörner empfangen muß, wenn die Befruchtung eingeleitet werden soll; sie ist es aber auch zugleich, welche von dem Rücken anfliegender Hummeln regelmäßig zuerst berührt, und daher mit dem Pollen früher besuchter Blumen behaftet wird. Denn da der Hummelleib den Zwischenraum zwischen Ober- und Unterlippe gerade ausfüllt, wird sein Rücken in jeder Blüthe gegen die pollenbehaftete Unterseite der Staubgefäße gedrückt, und zahlreiche Pollenkörner bleiben daher in dem dichten Haarwalde des Rückens haften; da aber bei jedem Hummelbesuche die hervorragende Spitze des abwärts gebogenen Griffelastes früher mit dem Hummelrücken in Berührung kommt als die Staubgefäße, so wird diese als Narbe dienende Spitze in jeder Blüthe (natürlich mit Ausnahme der zuerst besuchten) stets mit Blüthenstaub vorherbesuchter Blüthen befruchtet; es wird also durch die Hummeln regelmäßig die für die Erzeugung zahlreicher und entwicklungsfähiger Samenkörner wesentliche Fremdbestäubung bewirkt.

Hiermit sind indeß die merkwürdigen

Anpassungen der Taubenesselblüthe an die Hummeln noch nicht erschöpft. Es würde nämlich ja zur Sicherung regelmäßigen Hummelbesuches und regelmäßiger Fremdbestäubung durch denselben durchaus nicht genügen, daß die Hummeln den honigreichen Blüthengrund rasch und bequem erreichen können, sie müssen vielmehr auch wirklich Honig in denselben finden, wenn sie sich zu wiederholten Besuchen veranlaßt fühlen sollen. Alle bisher erörterten schönen Anpassungen der Taubenesselblüthen an die Hummeln würden daher der Pflanze wenig nützen, wenn auch die zahllose Schaar kleinerer blumenbesuchender Insekten, deren Körper den Zwischenraum zwischen Ober- und Unterlippe bei weitem nicht ausfüllt, und welche daher zur Bewirkung regelmäßiger Fremdbestäubung der Taubenessel ungeeignet sind, den Honig derselben erlangen könnten; denn dann würden die Hummeln die Taubenesselblüthen fast stets schon ihres Honigs entleert finden und sehr bald die ihnen nutzlose Arbeit aufgeben. Der Ausschluß der unbetenen Gäste wird nun durch zweierlei Einrichtungen thatsächlich bewirkt, nämlich 1) werden die größeren derselben, welche zwar zu klein sind, um als Befruchter der Taubenesseln dienen zu können, aber doch zu groß, um ganz in ihre Blumenröhre hineinzukriechen, wie z. B. die Honigbiene und zahlreiche Fliegen, durch die (etwa 7 mm betragende) Länge des senkrecht aufsteigenden Theils der Blumenröhre verhindert, mit ihrem Rüssel bis zum Honige zu gelangen. Die Honigbiene z. B. hat einen nur 6 mm langen Rüssel; sie würde also, selbst wenn sie den Kopf noch ein Stück in den senkrechten Theil der Blumenröhre hineinsteckte, den Honig nicht erreichen können, da derselbe nur in dem untersten, vom Stengel schräg abstehenden 3—3½ mm langen, engeren Stücke der Röhre enthalten ist; 2) aber

werden alle noch kleineren ungebetenen Gäste, welche mit Leichtigkeit ganz und gar in die Blumenröhre hineinkriechen können, wie z. B. die Ameisen, durch einen dichten Ring nach oben zusammenneigender Haare, welcher den untersten honigführenden Theil der Röhre überdeckt, verhindert, bis zum Honige zu gelangen.“ Nach so ausführlicher Darlegung

der Bedeutung aller einzelnen Stücke bedarf es keines besonderen Hinweises mehr, welche derselben durch die Blumenwahl der Hummeln, welche durch die von ihrer Wahl unabhängige Naturzüchtung und welche durch die combinirte Wirkung beider Züchtungen zur Ausprägung gelangt sind.

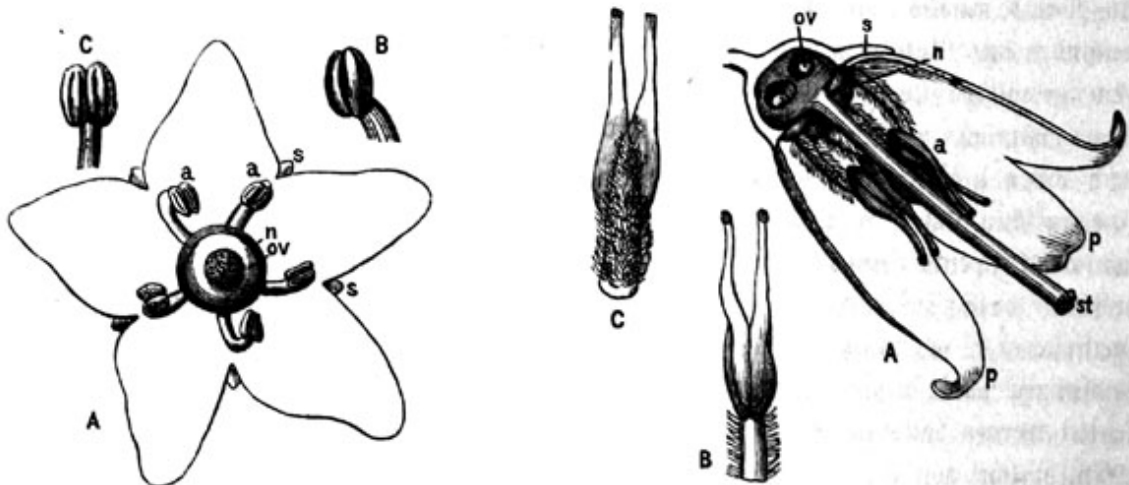


Fig. 11—13. Ausbildung regelmäßiger Bienenblumen in der Familie der Ericaceen.

Fig. 11. *Azalea procumbens*. A Blüthe von oben gesehen. Vergr. 7 : 1. B, C Die Staubgefäße, mit 4 der Blüthenmitte zugekehrten Längsrissen aufspringend, etwas stärker vergrößert.

Fig. 12. *Vaccinium vitis idaea*. A Blüthe im Längsdurchschitte. Vergr. 5 : 1. B Staubgefäß, von innen gesehen. Vergr. 7 : 1. C Dasselbe von der Außenseite.

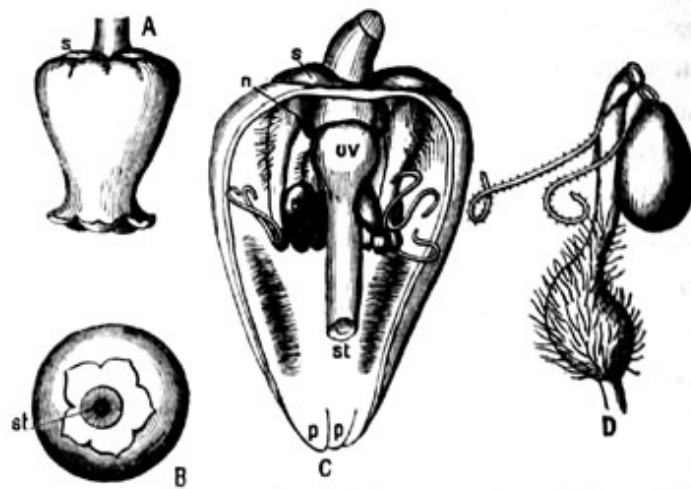


Fig. 13. *Arctostaphylos uva ursi*. A Blüthe von der Seite gesehen. Vergr. 3 : 1. B Dieselbe, gerade von unten gesehen. C Dieselbe, kurz vor dem Ausblühen, im Aufriß. Vergr. 7 : 1. D Staubgefäß von der Seite gesehen. Vergr. 15 : 1. — In allen Figuren bedeutet: s Kelchblätter, p Blumenblätter, a Staubgefäße, ov Fruchtknoten, st Narbe, n Nektarium.

Während bei Papilionaceen und Labiatis die Anpassungen an höhlengrabende Hymenopteren von den gemeinsamen Stammeltern ererbt und nur der stufenweisen Bervollkommnung derselben entsprechend weiter gezüchtet worden sind, lassen uns dagegen andere Familien in ihren jetzt lebenden Gliedern noch den ganzen Abstand der Organisationshöhe zwischen ursprünglichen, allgemein zugänglichen und neueren, der ausschließlichen Ausnutzung und Kreuzungsvermittlung durch Bienen angepaßten Blumenformen erkennen. So stellt uns z. B. in der Familie der Ericaceen *Azalea procumbens* eine ursprüngliche, allgemein zugängliche, *Vaccinium Vitis idaea* (Preißelbeere) eine von den Bienen bereits erfolgreich in Züchtung genommene, aber auch manchen anderen Blumengästen noch zugängliche, *Arctostaphylos uva ursi* (Bärentraube) endlich eine vollendete Bienenblume dar.

In der That sind die rosenfarbigen Blüthen, mit denen die auf den kahlen Hochjochen der Alpen in zusammenhängenden Flächen dem Boden dicht angedrückte *Azalea procumbens* sich schmückt, so einfach, offen und regelmäßig (Fig. 11. A) ihre Staubgefäße (B C) noch so wenig differenzirt, selbst die Zahl ihrer Blüthenheile so wenig constant (statt 5 nicht selten 6 in jedem Kreise), daß sie in jeder Beziehung den Eindruck einer ursprünglichen Blumenform macht, die sich über die gemeinsamen Stammeltern der Ericaceenfamilie nur wenig erhoben haben kann. Mit dem Genuße ihres völlig offen liegenden Honigs, der von einem die Basis des Fruchtknotens umschließenden Ringe (n Fig. A) abge sondert wird, fand ich — in Meereshöhen von 22—2800 Meter — bald Fliegen (Musciden und Syrphiden, z. B. *Cheilosia*), bald Schmetterlinge (z. B. *Lycana orbitulus* Esp., *Melitaea dictynna*

Esp. und *asteria* Frr., *Erebia tyndarus* Esp., *Argynnis pales* S. V.), bald Hummeln (*Bombus terrestris* L. und *lapponicus* F.) beschäftigt.

Wie weit fortgeschritten erscheint dagegen *Vaccinium Vitis idaea* (Fig 12). Ihre Blumenblätter haben sich zu einer schräg abwärts geneigten, wenn auch noch weit geöffneten Glocke zusammengeschlossen, offenbar gezüchtet durch die Blumenauslese der Bienen die dadurch in den vorwiegenden Besitz des Preißelbeeren-Honigs gelangt sind. Ihre Staubbeutel haben sich dicht um den die Achse der Glocke bildenden Griffel herum zusammengelegt und in Röhren verlängert, aus denen bei jedem Anstoße ein Theil der losen glatten Vierlingspollen herausfällt, offenbar in Folge einer von der Wahl der Insekten unabhängigen Naturzüchtung, da durch diese Bildungen nur bewirkt wird, daß die mit ihrem Rüssel zum Honige vordringenden Bienen sich Blüthenstaub auf den Kopf streuen und ihn in der nächstbesuchten Blüthe auf der Narbe absetzen, also regelmäßig Kreuzung vermitteln.

Und doch ist auch *Vaccinium Vitis idaea* noch auf halbem Wege stehen geblieben. Denn ihre nicht senkrecht, sondern nur schräg abwärts stehenden, weit geöffneten Glocken sind noch manchen nutzlosen Gästen zugänglich, wie z. B. gewissen Schwebfliegen (*Eristalis*, *Rhingia*) die, wenn sie auch nicht zum Honige gelangen, doch schon durch das Hinweglecken der Narbenfeuchtigkeit und durch das Betupfen und Verschieben der Antheren die Befruchtungsarbeit der Bienen stören. Vollendete Bienenblumen bietet dagegen die Bärentraube (*Arbutus uva ursi* L.) dar. Ihre weite, senkrecht abwärts gerichtete Blumenglocke (Fig. 13.) schnürt sich nach unten hin mehr und mehr zusammen und gestattet bloß denjenigen Insekten den Zutritt zu

ihrem reichen Honigvorrath, die sich von unten an die kleinen, wagerecht ausgebreiteten Perigonzipfel festzuklammern und einen langen Rüssel in die kreisrunde Oeffnung (Fig. 13 B) hineinzuschieben vermögen. Nur ausgeprägte Bienen sind dazu im Stande, nur sie können also auch diese ihnen den Alleinbesitz des Bärentraubenhonigs sichernden Eigenthümlichkeiten sich geübt haben. In der That fand ich (im Heuthale am Ver-nina, August 1877) die Blüthen der Bärentraube ganz ausschließlich von Hummeln (*B. alticola* Kr. und *B. lapponicus* F.) besucht. Aber auch hier hat, von der Auswahl der besetzten Blumenzüchter unabhängig, Naturzüchtung Eigenschaften hinzugefügt, welche die erfolgreiche eigenmüthige Thätigkeit derselben zu einer durch regelmäßige Kreuzungsvermittlung für die Pflanze selbst entscheidend vortheilhaften machen. Die Narbe (st, Fig. 13. C) bleibt nämlich in der Blumenglocke eingeschlossen, rückt aber doch so nahe der kleinen Oeffnung derselben, daß sie von dem eindringenden Hummelrüssel unfehlbar gestreift und, wenn derselbe mit Pollen bestreut ist, mit diesem behaftet werden muß. Aber auch das Behaften des zum Honig vordringenden Hummelrüssels mit Pollen ist noch mehr als bei der zuletzt betrachteten Art unausbleiblich geworden. Denn die Staubbeutel sind zwar, ebenso wie bei der Preiselbeere, mit nach unten gerichteten Oeffnungen um den Griffel herum zusammengedrängt, aber die sie tragenden Staubfäden haben durch Dünubleiben der Basis und Spitze und Verdickung ihres mittleren Theils (siehe Fig. 13. D) so an Elasticität gewonnen, daß sie zwar leicht aus ihrer Lage gebracht werden können, aber auch sicher, unter Ausstreuung eines Theils ihres Pollens, in dieselbe zurücksnellen. Und da an jedem Staubgefäße, statt der beiden Röhren bei der

Preiselbeere, zwei lange, umgebogene, mit rauhen Vorsprüngen besetzte Schwänze durch den Bauch der Glocke gegen deren Wandung hin sich erstrecken, so ist es dem Hummelrüssel unmöglich, von der kleinen Oeffnung aus durch die Glocke hindurch zum Nektarium vorzudringen, ohne wenigstens an einen der 20 Schwanzanhänge anzustoßen und sich mit Pollen zu bestreuen, der dann in der nächstbesuchten Blüthe an die Narbe gelangt. Auch dieser anscheinend so unfehlbar sicher wirkende Bestäubungsmechanismus ist indeß weit entfernt, vollkommen zu sein. Denn ich fand zahlreiche Blumenglocken der Bärentraube von zwei Oeffnungen durchbrochen, die offenbar von dem Bisse einer Hummel herrührten. Vermuthlich ist *Bombus mastrucatus* Gerst. der Uebelthäter, welche Art ich in den Alpen, noch weit häufiger als in der Ebene *B. terrestris*, Honig durch Einbruch gewinnen sah.

In dem soeben besprochenen Falle, ebenso wie bei *Vaccinium Myrtillus*, *Erica tetralix*, *Symphoricarpus* und überhaupt bei allen Grabwespen-, Wespen- und Bienenblumen mit nach unten gerichteten Blumenglocken, aber auch fast nur bei diesen, hat sich die Ausschließung der übrigen Gäste und die immer engere Anpassung an die höhlengrabenden Kreuzungsvermittler mit voller Beibehaltung der Regelmäßigkeit der Blumenform vollzogen. In allen Fällen dagegen, in welchen von den Grabwespen oder Bienen eng aneinander schließende Blüthentheile oder ein Hineinkriechen erfordernde Höhlen zur Züchtung ihnen allein gehöriger Blumen benutzt worden sind, haben diese die Regelmäßigkeit eingebüßt und sind bilateral symmetrisch geworden, wie z. B. Papilionaceen und Labiaten, oder selbst völlig unregelmäßig, wie z. B. in der Familie der Scrophulariaceen einige *Pedicularis*-Arten.

Es ist überhaupt in der gesamten ein-

heimischen Flora wohl kaum eine andere Pflanzenfamilie geeigneter, die Leistungen der Bienen als Blumenzüchter in ein helles Licht zu stellen, als diejenige der Scrophulariaceen. Denn während uns einerseits die *Verbascum*- und *Veronica*-Arten (siehe Fig. 14.) auf die einfache, offene, regelmäßige Blumenform der Stammeltern

hinweisen, von welcher sie selbst noch so wenig sich entfernt haben, bieten uns andererseits die Gattungen *Digitalis*, *Antirrhinum*, *Linaria*, *Euphrasia*, *Melampyrum*, *Bartsia*, *Rhinanthus*, und *Pedicularis* eine Mannigfaltigkeit von eigenartigen Züchtungsprodukten der Bienen dar, die zum Theil zu erstaunlicher Einseitigkeit der Anpassung

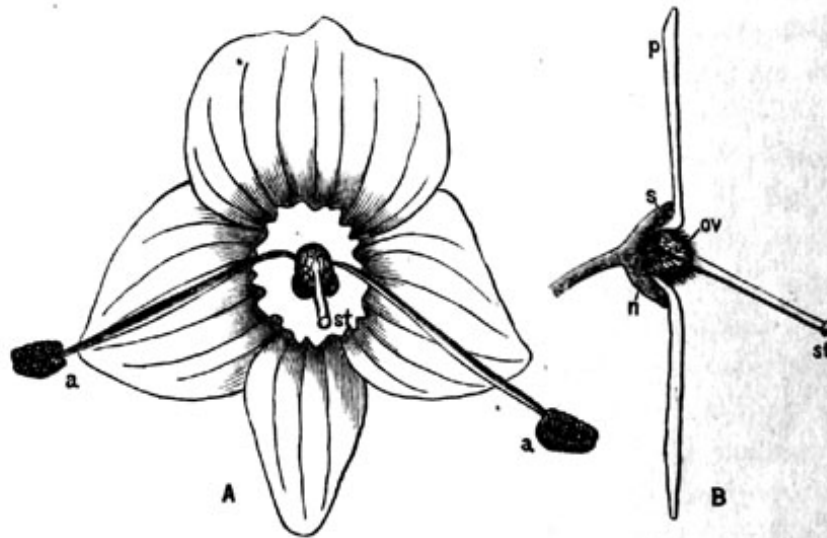


Fig. 14. *Veronica urticaefolia*. Bergr. 7 : 1. A Blüthe gerade von vorn gesehen. Der Griffel erscheint sehr verkürzt. B Dieselbe nach Hinausnahme der vorderen Hälfte des Kelches und der Blumenkrone von der Seite, um den Griffel in seiner ganzen Länge und natürlichen Stellung zu zeigen.

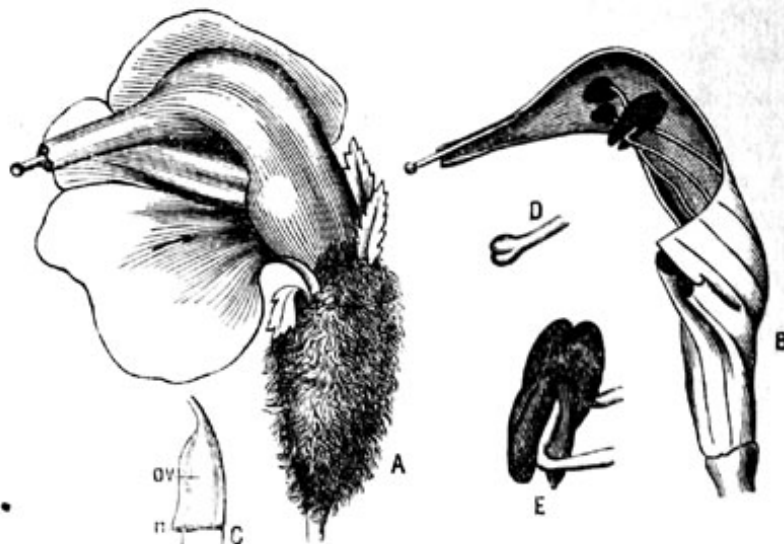


Fig. 15. *Pedicularis asplenifolia*. A Blüthe von der linken Seite gesehen. Bergr. 3 : 1. Der Pfeil bezeichnet die Richtung, in welcher der Hummelrüssel eindringt. B Dieselbe Blüthe, nach Entfernung des Kelches, der Unterlippe und der linken Hälfte der Oberlippe, von der linken Seite gesehen. C Fruchtknoten, Nektarium und Griffelwurzel derselben. D Griffelspitze mit Narbe. Bergr. 7 : 1. E Zwei einander zugekehrte Staubgefäße. Bedeutung der Buchstaben wie in Fig. 11, 12, 13.

und vollkommener Sicherung der Kreuzungsvermittlung gelangt sind. An Einseitigkeit der Anpassung aber, im ursprünglichsten Sinne des Wortes, geht keine mir bekannte Bienenblume über *Pedicularis asplenifolia* (Fig. 15.) hinaus, welche ich im Sommer 1877 auf der Alp Falö und im Genthale am Bernina zu beobachten Gelegenheit hatte.

Die durch dichtzottige Behaarung des Kelchs gegen aufstreichende kleine, flügellose Insekten geschützten Blüthen stehen in merkwürdiger Weise gebogen und gedreht am Stengel, so daß jede Blüthe ihre rechte Seite dem Stengel zukehrt und fast anlegt, ihre linke nach außen wendet. Die Unterlippe fällt von rechts nach links so stark ab, daß ihre Fläche fast senkrecht steht. (Fig. 15 A) Hummeln*) können daher nicht von vorn, sondern nur von der linken Seite in die Blüthe eindringen. Der Pfeil in (Fig. 15 A) bezeichnet die Richtung, in welcher sie Rüssel und Kopf hineinschieben. Die Röhre der Blumenkrone ist bis zur Einfügung der Unterlippe 7 mm lang, die Unterlippe aber von dieser Stelle an mit ihrem schmalen basalen Theile (auf der linken Seite) noch weitere 3—4 mm aufrecht angedrückt, wodurch sie den größten Theil des Blütheneinganges verdeckt.

Dadurch ist zahlreichen nutzlosen Gästen der Zutritt zum Honige abgeschnitten. Jede Hummel dagegen vermag mit Leichtigkeit den aufrecht angedrückten Theil der Unterlippe herabzudrücken und überdies durch Ausweitung ihrer beiden Einfaltungen den Blütheneingang so zu erweitern, daß ihr Kopf, mindestens mit seinem vorderen Theile,

in demselben Platz findet. Selbst *Bombus terrestris* L. mit dem nur 9 mm langen Rüssel vermag daher rasch auf normalem Wege zum Honige zu gelangen. Die Staubbeutel liegen, ohne an den Rändern mit Schließhaaren versehen zu sein, mit den geöffneten Seiten so lose gegen einander, daß sie bei jeder kräftigen Erschütterung Pollen herausfallen lassen. Haare zur Verhinderung seitlichen, Verstreuens herausfallenden Pollens sind in den Staubfäden nicht vorhanden. Sie sind hier auch überflüssig; denn gegen den Stengel hin bildet die fast bis in senkrechte Lage links abwärts gedachte Unterlippe eine Schutzfläche, welche das Verstreuen verhindert, und von der anderen Seite kommt der zu bestreuende Hummelpopf. Der lange, schnabelförmige Fortsatz der Oberlippe hält den Griffel in solcher Lage, daß der Kopf der eindringenden Hummel die an seinem Ende sitzende Narbe streifen, also, wenn sie vorher Blüthen getrennter Stöcke besuchte, fremdbestäuben muß, ehe er von neuem mit Pollen bestreut wird. Auch hier erhellt ohne Weiteres, welche der genannten Eigenthümlichkeiten den Hummeln den Alleinbesitz des Honigs sichern und als von ihnen gezüchtet zu betrachten sind.

Während in allen bisher betrachteten Fällen die Bienen neben ihrem überlegenen Blumenverstande auch ihre körperliche Geschicklichkeit benutzt haben, sich den andern Besuchern mehr oder weniger unzugängliche Blumen zu züchten, so beweist eine Beobachtung meines Bruders Fritz Müller in Südbrasilien, daß ihnen, ebenso wie ihrer Zeit und an concurrenzfreien Standorten noch jetzt den Schlupfwespen, auch ihre bloße Ueberlegenheit im Auffinden in unscheinbaren Blumen versteckten Honigs zum Alleinbesitz gewisser Blumen verhelfen kann. Mein Bruder schreibt mir nämlich, am 14.

*) Ich beobachtete als regelmäßigen Besucher sehr wiederholt *Bombus terrestris* L. ♂ saugend und Pollen sammelnd, *B. alticola* Kr. ♂ saugend und einmal *Plusia gamma* L. saugend.

März 1873: „Es blüht jetzt hier eine Cucurbitacee (*Trianosperma*), deren zahllose Blüthen geruchlos, grünlich und ganz unansehnlich und noch dazu zum größten Theil unter dem Laube der Pflanze versteckt sind, aber doch eine ganz besondere Anziehungskraft auf Bienen zu haben scheinen. Es summt und brummt an diesen Pflanzen den ganzen Tag; besonders ist es *Apis mellifica*, die sich hier einfundet und neben ihr zwei *Meliponen*.“

Schon diese wenigen aus der unabsehbaren Mannigfaltigkeit der Bienenblumen herausgegriffenen Beispiele lassen erkennen, daß die Bienen ebenso als Blumenzüchter wie als Honig- und Pollensammler allen übrigen Insekten weit überlegen sind.

Wir sind nun zu Ende mit der Aufzählung und Betrachtung derjenigen Insektenabtheilungen, welchen es in der einheimischen Flora*) gelungen ist, sich mehr oder weniger vollständig in den Alleinbesitz gewisser Blumen zu setzen und dieselben, ihren Bedürfnissen und Liebhabereien entsprechend weiter zu züchten. Um einer Ueberschätzung dieses Alleinbesitzes vorzubeugen, wird es gut sein, auf die thatsächlichen Beschränkungen derselben nochmals ausdrücklich und eingehender, als es bereits geschehen ist, hinzuweisen. Dadurch dürfte zugleich die von teleologischer Seite mit Vorliebe aufgestellte Behauptung gegenseitiger Prä-

*) In wärmeren Ländern sollen außer den hier besprochenen Insektenabtheilungen nach *Despino* auch Käfer sich besondere Blumenformen gezüchtet haben; doch scheinen mir die bis jetzt vorliegenden Beobachtungen des Insektenbesuchs der betreffenden Blumen zur Abgabe eines endgültigen Urtheils kaum ausreichend. Die blumenzüchtenden Vögel, *Kolibris* (*Trochilus*) und Honigvögel (*Nectarinia*), liegen außerhalb unseres Themas.

destination gewisser Blumen und gewisser Insekten für einander, noch vollständiger als durch die übrigen Auseinandersetzungen allein, in ihr rechtes Licht gesetzt werden.

An dem Genuße der Ekelblumen und Fliegenfallenblumen, welche der Kreuzung durch Roth- und Aasfliegen angepaßt sind, nehmen, ohne Nutzen für die Pflanzen, auch Fäulnißstoffe liebende Käfer Theil. — Falterblumen mit offenliegenden Antheren, wie z. B. Nelken und Geißblatt, werden nicht selten von pollenfressenden Schwebfliegen und pollensammelnden Bienen ihres Blüthenstaubes beraubt. — Obgleich *Silene inflata* als ausgeprägte Nachtfalterblume sich kennzeichnet, und in der That auch, nach meiner direkten Beobachtung, des Abends häufig von Eulen besucht wird (z. B. von *Hadena Maillardi* Hb., im Suldenthale, von *Plusia gamma* L. bei Weissenstein im Albulathale), so sah ich doch in den Alpen auch Hummeln sehr häufig an derselben beschäftigt und in sehr verschiedener Weise sich ihrer Nahrungsstoffe bemächtigen. Bald sammelten sie den Pollen dieser Nachtfalterblume (so *Bombus alticola*, *pratorum* und *terrestris*), bald steckten sie in vielen Blüthen nach einander den Rüssel und Kopf zwischen die Blumenblätter, offenbar um Honig zu saugen (so *B. alticola*, *mendax*, *lapidarius*); bisweilen steckten sie auch den Kopf neben den Blumenblättern in den Kelch, wohl um ein Stück der mit dem Rüssel zu durchmessenden Strecke zu ersparen (*B. lapidarius*), oder bissen die Blüthe, mitten durch den Kelch durch, von außen an und streckten dann durch eines der beiden so erzeugten Löcher den Rüssel, um den Honig zu stehlen (*B. masticatus*), oder durchbohrten mit den zusammgelegten Kieferladen den Kelch, um so zum Honig zu gelangen (*B. terrestris*), und zwar sah ich dieselbe Hummel an der-

selben Blüthe ringsum an drei verschiedenen Stellen in gleicher Höhe diese Durchbohrung und Ansaugung vornehmen. Auch einzelne Tagfalter (*Lycaena icarus* und *Corydon*) streckten ihre Rüssel in die Blüthen, obgleich sie offenbar außer Stande waren, den Honig derselben zu erreichen.

Selbst unsere ausgeprägteste einheimische Schwärmerblume, *Lonicera Periclymenum*, muß es sich gefallen lassen, daß unsere langrüsseligste Hummel, *B. hortorum*, ihr aus einigen Blüthen, wenn auch mit großer Unbequemlichkeit und deshalb ohne Ausdauer, den Honig entwendet. — An der Schlupfwespenblume, *Listera ovata*, ist auch ein Käfer (*Grammoptera laevis*) eifrig beschäftigt, und einmal sah ich sogar eine Hummel (*B. agrorum* F.), nutzlos für die Pflanze, einige ihrer flachen Honigrinnen auslecken. — Die Wespenblumen werden gelegentlich auch von Bienen und Grabwespen heimgesucht und die Blumenglöckchen der Schneebeere (*Symphoricarpus*) von einem *Odynerus* von außen angebissen und durch Einbruch des Honigs beraubt. — Selbst den ausgeprägtesten Bienenblumen gelingt es, trotz der mannigfachen Schutzvorrichtungen, nur in den seltensten Fällen, sich aller „unberufenen“ Eindringlinge vollständig zu erwehren. In besonders schmetterlingsreichen Gegenden, wie in den Alpen, sieht man Falter auch in die Blüthen der Papilionaceen, Labiaten und aller möglichen Bienenblumen, bald ohne, bald mit Erfolg, ihre Rüssel stecken, und in einigen Fällen, wie bei *Rhinanthus crista galli* und *Viola tricolor*, ist es ihnen sogar, wie wir gesehen haben, gelungen, bereits völlig ausgeprägte Bienenblumen zu Falterblumen (*Rhinanthus alpinus*, *Viola calcarata*) umzuprägen.

Ungünstigere Bienenblumen, wie z. B.

Thymus und andere kurzrüsselige Labiaten, müssen sich überdies auch die Konkurrenz zahlreicher Fliegen gefallen lassen. Die ausgeprägtesten Bienenblumen aber, welche ausschließlich den langrüsseligsten Hummeln ihren Honig aufsparen, sind dadurch um so mehr der Gefahr ausgesetzt, durch den gewaltsamen Einbruch einiger kurzrüsseligen Hummeln ohne Kreuzungsvermittlung ihres Honigs beraubt zu werden. So werden in der Ebene *Aquilegia*, *Deliclytra*, *Corydalis*, *Trifolium pratense*, *Symphytum*, *Lamium album* und zahlreiche andere Hummelblumen von *Bombus terrestris*, in den Alpen *Aconitum Napellus* und *Lycotonum*, *Rhinanthus*, *Prunella grandiflora* und andre von *Bombus maurus* theils angebissen, theils angebohrt und durch Diebstahl mit Einbruch ihres Honigs beraubt.

Wie diese Beispiele, deren Zahl ich leicht vervielfältigen könnte, schon hinlänglich deutlich zeigen, verfolgen die Blumengäste völlig rücksichtslos nur eigenen Vortheil und kümmern sich nicht im allermindesten um ihre angebliche Prädestination für gewisse Blumen oder gewisser Blumen für sie. Nur verhältnißmäßig selten ist es daher Fliegen, Schmetterlingen oder Bienen gelungen, sich durch Züchtung ihrer Lieblingsblumen in den völlig ausschließlichen Alleinbesitz derselben zu setzen; in der Regel sind vielmehr einzelne für die Kreuzungsvermittlung nutzlose oder weniger wichtige Insekten anderer Abtheilungen an dem Mitgenuß der dargebotenen Genußmittel theilhaftig geblieben, oder haben sich, nachdem die sorgfältigste Verwahrung derselben gegen unberufene Gäste bereits erreicht war, räuberischer Weise nachträglich durch gewaltsamen Einbruch wieder in den Mitgenuß derselben gesetzt. Für erfolgreiche Züchtung von Blumen aber ist es, wie wir ebenfalls aus diesen Beispielen erkennen

können, schon hinreichend, wenn gewisse Insekten, die sich besonders zu ihrer Ausnutzung hingezogen fühlen, durch irgend welche Eigenschaften in den Stand gesetzt sind, sich in vorwiegenden Besitz oder annähernden Alleinbesitz derselben zu setzen.

Dies freilich war bei allen bisher betrachteten speciellen Züchtungsprodukten bestimmter Insektenabtheilungen der Fall und würde bei denselben überhaupt wohl immer der Fall sein müssen, wenn es nicht unter den Insekten eine gewisse Gesellschaft eifriger Blumenbesucher gäbe, die, mit geringem Nahrungsbedürfniß und ausgeprägtem Schönheitssinn ausgestattet, sich in gewisse farbenprächige Blumen förmlich verliebten und dieselben, unbeirrt durch die Concurrenz zufälliger Gäste, regelmäßig besuchten. Manche Schwebfliegen, wie z. B. *Syrphus balteatus**, *Syritta pipiens*, *Ascia podagrica*, befinden sich unstreitig in diesem Falle, und mehrere ihrer Lieblingsblumen (einige *Circaea*- und *Veronica*-Arten) sind in so zierlicher Weise ihrer eigenthümlichen Bewegungsweise angepasst, daß sie wohl den Namen Schwebfliegenblumen verdienen, obwohl ihr nur sehr flach geborgener Honig und ihr völlig offen dargebotener Blüthenstaub auch von mancherlei anderen Insekten gelegentlich ausgebeutet wird, die aber dabei gar nicht oder nur zufällig fremdbestäubend wirken. Zur Veranschaulichung kam uns die in den Alpen häufige *Veronica urticaefolia* (Fig. 14) dienen, deren blaßrosafarbene Blumen mit einem die Mitte umschließenden ausgezackten weißen Ringe und von diesem ausstrahlenden dunkelrothen Linien geziert sind. Man denke sich nun eine Schweb-

fliege im Sonnenschein vor der Blume schweben und an ihrer Farbenpracht sich weiden, dann mit plötzlichem Ruck auf ihr unterstes Blumenblatt aufsteigen, einige Schritte vorwärts thun, bis sie die so scharf sich abhebende honighaltige Mitte erreicht hat und, um den Honig zu lecken, dicht neben derselben Halt suchen, sodann nach dem Honiggenuße von Neuem im Sonnenscheine schweben, stoßweise an eine andere Stelle rücken, an anderen Blüthen derselben Art in gleicher Weise sich ergötzen und so fort, so hat man ein richtiges Bild der Blumenthätigkeit dieser selbst prächtig gefärbten Fliegen, als deren Züchtungsprodukt wir die so schön ausgeprägte Färbung ihrer Lieblingsblumen zu betrachten haben. Naturzüchtung hat nun in eben so einfacher als sicher wirkender Weise Staubgefäße und Griffel ihren Bewegungen angepasst. Denn sobald die Schwebfliege mit den Vorderbeinen an der Blüthenmitte Halt sucht, bieten sich ihr als einzige Haltpunkte die verdünnten Wurzeln der beiden Staubfäden und wenn sie an diesen sich festhaltend den Mund zum Honige hinab bewegt, dreht sie dieselben im Nu, ohne es zu wollen, so, daß ihr die Staubbeutel an die Bauchseite schlagen und diese mit Pollen behaften, und sobald sie dann ebenso auf eine andere Blüthe aufsteigt, setzt sie unvermeidlich einen Theil dieses Pollens auf der Narbe derselben ab. *)

*) An *Veronica Chamaedrys* habe ich verschiedene Schwebfliegen, namentlich *Ascia podagrica*, *Baccha elongata* und *Melanostoma mellina* sehr wiederholt in dieser Weise verfahren sehen, an *V. urticaefolia* noch nicht. Die letztere ist aber von der ersteren in ihrer Blütheneinrichtung nur durch etwas kürzeren und aufrechteren Griffel, den Mangel der Saftdecke und fester sitzende Blumenkrone unterschieden und bietet ganz denselben Bestäubungsmechanismus dar.

*) Ich verweise auf die Schilderung, welche ich von ihrem Verhalten an *Verbascum nigrum* gegeben habe. Befruchtung der Blumen S. 278. Anm.

Zum Schlusse drängen wir die allgemeinen Ergebnisse der vorstehenden Auseinandersetzungen in folgende Sätze zusammen:

1) Alle unsere Blumen sind Produkte der combinirten Wirkung zweier verschiedenen Züchtungsarten. Die unmittelbar nur den besuchenden Insekten nützlichen Eigenschaften der Blumen (bunte Farben, Gerüche, Obdach, Genußmittel, Schutzmittel derselben gegen unberufene Gäste und Wetterungunst, Erleichterungsmittel für ihre Ausbeutung durch die berufenen Gäste) sind hauptsächlich durch die Blumenwahl der Insekten, alle unmittelbar nur der Pflanze nützlichen Eigenschaften der Blumen (Sicherung der Kreuzung bei eintretendem, der Selbstbefruchtung bei ausbleibendem Insektenbesuche, Schutzmittel der Befruchtungsorgane gegen Wetterungunst und Feinde) sind durch eine von der Wahl der Insekten unabhängige Naturauslese gezüchtet worden: die beiden zugleich nützlichen sind das Produkt der combinirten Wirkung beider Züchtungsarten.

2) Die ursprünglichsten Blumen sind größtentheils (Ausnahme z. B. *Salix*) einfach, offen, regelmäßig gestaltet und einer gemischten Gesellschaft verschiedenartigster Besucher ausgesetzt gewesen. Diese haben sich nur auffallende Farben, Gerüche und Nektar zu züchten vermocht.

3) Aus der ursprünglichen gemischten Blumenzüchtergesellschaft sind durch besondere, den übrigen Blumengästen antipathische Geschmacksrichtung die Fäulnißstoffe liebenden Dipteren, durch besondere Befähigung zur Bearbeitung gewisser Blumenabänderungen Schmetterlinge, Schlupfwespen, Grabwespen, ächte Wespen, Bienen und Schwebfliegen als specielle Blumenzüchter hervorgetreten.

4) Die Fäulnißstoffe liebenden Dipteren haben sich von andern Gästen verabscheute Ekelblumen gezüchtet. Der Naturzüchtung

ist hauptsächlich die Dummdreistigkeit der Dipteren zu statten gekommen; diese hat zur Ausbildung von die Kreuzung durch Dipteren sichernden Kesselfallen-, Klemmfallen- und Täusch-Blumen geführt.

5) Aus dem gemischten Besucherkreise der übrigen, in ihrer Geschmacksrichtung annähernd übereinstimmenden Blumengäste sind allmählig langrüsseligere, einsichtigere und geschicktere hervorgegangen und haben sich dümmeren, kurzrüsselig gebliebenen Gästen unauffindbaren oder unerreichbaren Honig, Safthalter, Saftdecken und Saftmale gezüchtet.

6) Aus diesem gewählten Kreise als selbstständige Blumenzüchter hervorzutreten waren die Schmetterlinge durch die Dünneheit, einige derselben, die Schwärmer, durch die Länge ihres Rüssels befähigt. Sie züchteten die durch Engheit der Honigzugänge charakterisirten Falterblumen und die langröhrigen Schwärmerblumen, die sich durch Farbe- und Blüthezeit, entsprechend ihren Züchtern, in Tag- und Nachtfalterblumen, Tag- und Nachtschwärmerblumen und Zwischenstufen zwischen beiden unterscheiden lassen. Der ausgeprägte Geruchssinn der Schmetterlinge spricht sich in würzigem Wohlgeruche, der ausgeprägte Farbensinn der Tagfalter in der lieblichen Farbe ihrer Züchtungsprodukte aus.

7) Die Schlupfwespen waren ihrer Zeit allen übrigen Blumenbesuchern durch ihre Fähigkeit im Umherschauen und Auffinden überlegen und dadurch in den Stand gesetzt, sich unscheinbare Blumen zu züchten, die der Nachforschung anderer Insekten entgingen. Nach dem Auftreten der Grabwespen und Bienen aber waren Schlupfwespenblumen nur noch an von dieser Concurrenz wenig betroffenen Standorten möglich.

8) Die Grabwespen haben wahrscheinlich die Schlupfwespen als Blumenzüchter

größtentheils abgelöst und verdrängt und sich selbst Blumen gezüchtet, welche ein Auseinanderzwängen eng zusammenschließender Theile oder ein Hineinkriechen in Höhlen, oder andere nur Höhlengräbern eigne Bewegungen erfordern und dadurch den meisten anderen Blumenbesuchern unzugänglich waren. Später sind aber die Bienen in den vollen Mitbesitz der Grabwespenblumen eingetreten und haben die meisten derselben zu Bienenblumen weitergezüchtet.

9) Die ächten Wespen vermochten sich durch die Gefürchtetheit ihres Stachels (und ihrer Kiefer) in den Alleinbesitz gewisser honigreicher und mit weiter Oeffnung versehener Blumen zu setzen und dieselben ihrer Fähigkeit und Neigung entsprechend weiter zu züchten; ihre Züchtungsprodukte werden aber an wespenärmeren Orten auch von andern Insekten ausgebeutet.

10) Die hervorragendste Rolle als

Blumenzüchter haben (wenigstens in der einheimischen Blumenwelt) als die der Blumenmahrung bedürftigsten, arbeitssamsten und geschicktesten blumensteten Insekten die Bienen gespielt. Sie haben uns die zahlreichsten, mannichfaltigsten und am speciellsten ausgearbeiteten Blumenformen geliefert, deren kunstgerechte (naturgemäße) Behandlung zum großen Theile die Ausführung derselben Bewegungen erfordert, welche die Bienen bei ihrem Brutversorgungsgeschäfte auszuüben ererbt und erlernt haben.

11) Endlich ist es auch einigen, lebhaften Farben liebenden und selbst mit solchen geschnückten, nicht besonders Nahrungsbedürftigen Schwebfliegen gelungen, einige Blümchen ihrer Geschmacksrichtung entsprechend zu züchten und die Ausprägung eines zierlichen, ihnen speciell angepaßten Bestäubungsmechanismus durch Naturzüchtung zu veranlassen.